

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-266309

(P2001-266309A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl.

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

タームコード\* (参考)

C 5 D 0 3 3

D

F

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2000-84757(P2000-84757)

(22) 出願日 平成12年3月22日 (2000.3.22)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100109656

弁理士 三反崎 泰司 (外1名)

Fターム(参考) 5D033 BA03 BA04 BA07 BA08 BA13

BA41 CA02 DA01 DA03 DA04

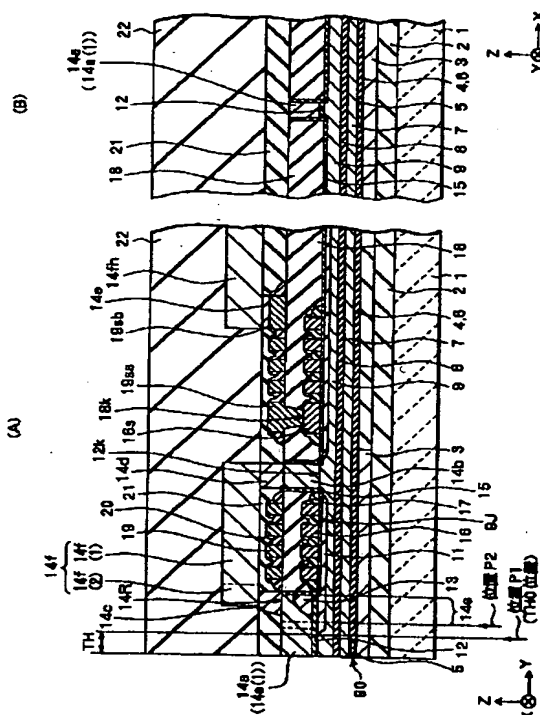
DA07 DA08

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 十分なオーバーライト特性を得ることができる薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 下部磁極9に設けた凹部9Jに、絶縁膜パターン11を配設する。絶縁膜パターン11の最前端は、上部ポールチップ14aのうちの先端部14a(I)の延在領域内に位置するようにする。この絶縁膜パターン11は、その上方領域に配設されている上部ポールチップ14aから、その下方領域に配設されている下部磁極9への磁束の伝搬を遮蔽する機能を有する。このため、絶縁膜パターン11の存在により、上部ポールチップ14aから下部磁極9への磁束の伝搬が抑制されるので、先端部14a(I)には必要十分な磁束が不足なく供給されることとなる。したがって、優れたオーバーライト特性を確保することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に対向する記録媒体対向面側の一部に、表面形状が平坦な領域を有するギャップ層を介して対向する2つの磁極を含む、互いに磁氣的に連結された第1の磁性層および第2の磁性層と、これらの2つの磁性層の間に絶縁層を介して配設された薄膜コイル部とを有すると共に、前記第1の磁性層が、前記記録媒体対向面からこの面より離れる長さ方向に延在すると共に記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅部分を有する第1の磁性層部分を含む薄膜磁気ヘッドであって、前記第2の磁性層の前記ギャップ層に接する側の一部に設けられた凹部に埋設されて前記絶縁層の一部をなすと共に、その最前端の位置が前記絶縁層の最前端の位置を規定する第1の非磁性パターンを備え、この第1の非磁性パターンの最前端が、前記第1の磁性層部分の延在領域のうち、前記一定幅部分の延在領域内に位置していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 さらに、前記ギャップ層における、前記第1の非磁性パターンが接する面とは反対側の面に接するように延在して前記絶縁層の一部をなす第2の非磁性パターンを備えたことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第2の非磁性パターンの最前端近傍の表面は、前記ギャップ層の表面に対して傾斜した斜面をなしていることを特徴とする請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第2の非磁性パターンの最前端の位置は、前記第1の非磁性パターンの最前端の位置よりも長さ方向に後退しており、前記第1の磁性層部分は、前記ギャップ層の平坦な領域上から前記第2の非磁性パターンの斜面上にかけて延在していることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記第1の磁性層部分のうちの少なくとも前記一定幅部分は、前記ギャップ層の平坦な領域上に延在していることを特徴とする請求項4記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記第1の磁性層部分は、さらに、トラック幅方向に互いに分離して配設された少なくとも2つの接続部分と、前記一定幅部分と前記少なくとも2つの接続部分とを磁氣的に連結させる連結部分とを有することを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記第1の磁性層部分における前記連結部分と前記少なくとも2つの接続部分とによって囲まれた領域には、前記絶縁層の一部が埋め込まれていることを特徴とする請求項6記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 前記第1の磁性層が、さらに、前記第1の磁性層部分の一部と部分的にオーバーラップ

して磁氣的に連結された第2の磁性層部分と、前記第2の磁性層部分と前記第2の磁性層とを磁氣的に連結させるための第3の磁性層部分とを含むことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 前記第1の磁性層および前記第2の磁性層のうちの少なくとも一方は、ニッケル鉄合金または窒化鉄のいずれかを含む材料よりなることを特徴とする請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 前記第1の磁性層および前記第2の磁性層のうちの少なくとも一方は、アモルファス合金を含む材料よりなることを特徴とする請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】 前記アモルファス合金は、コバルト鉄合金またはジルコニウムコバルト鉄合金のいずれかであることを特徴とする請求項10記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項12】 記録媒体に対向する記録媒体対向面側の一部に、表面形状が平坦な領域を有するギャップ層を介して対向する2つの磁極を含む、互いに磁氣的に連結された第1の磁性層および第2の磁性層と、これらの2つの磁性層の間に絶縁層を介して配設された薄膜コイル部とを有すると共に、前記第1の磁性層が、前記記録媒体対向面からこの面より離れる長さ方向に延在すると共に記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅部分を有する第1の磁性層部分を含む薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記第2の磁性層の前記ギャップ層に接する側の一部に設けられた凹部に、その最前端が前記第1の磁性層部分の延在領域のうちの前記一定幅部分の延在領域内に位置して前記絶縁層の最前端の位置を規定するように、前記絶縁層の一部をなす第1の非磁性パターンを形成する工程を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 さらに、前記ギャップ層における、前記第1の非磁性パターンが接する面とは反対側の面に接して延在するように、前記絶縁層の一部をなす第2の非磁性パターンを形成する工程を含むことを特徴とする請求項12記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 前記第2の非磁性パターンの最前端の位置が、前記第1の非磁性パターンの最前端の位置よりも長さ方向に後退するように、前記第2の非磁性パターンを形成することを特徴とする請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 前記第1の磁性層部分のうちの少なくとも前記一定幅部分を前記ギャップ層の平坦な領域上に形成することを特徴とする請求項12ないし請求項14のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 前記第1の磁性層部分が、さらに、トラック幅方向に互いに分離して配設された少なくとも

2つの接続部分と、

前記一定幅部分と前記少なくとも2つの接続部分とを磁気的に連結させる連結部分とを有するように、前記第1の磁性層部分を形成することを特徴とする請求項12ないし請求項15のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 前記第2の非磁性パターンの最前端近傍の表面が、前記ギャップ層の表面に対して傾斜した斜面をなし、

この第2の非磁性パターンの斜面上に、第1の磁性層部分の前記連結部分および前記接続部分のうちの少なくとも一部が配設される場合において、

前記第1の磁性層部分を形成する工程が、

少なくとも前記ギャップ層の平坦な領域および前記第2の非磁性パターンの斜面領域を覆うようにしてフォトレジスト層を形成する工程と、

前記ギャップ層の平坦な領域におけるフォトレジスト層のうち、前記一定幅部分の平面形状に対応する領域を含む第1の領域を選択的に露光する第1の露光工程と、

前記第2の非磁性パターンの斜面領域から前記ギャップ層の平坦な領域にかけての領域における前記フォトレジスト層のうち、少なくとも、前記連結部分および前記接続部分の平面形状に対応する第2の領域を選択的に露光する第2の露光工程と、

前記フォトレジスト層のうちの前記第1の領域および前記第2の領域の双方の領域を一括して現像することによりフォトレジストパターンを形成する工程と、前記フォトレジストパターンを用いて前記一定幅部分、前記連結部分および前記接続部分を一体に形成する工程とを含むことを特徴とする請求項12ないし請求項16のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項18】 前記第2の露光工程において、前記第1の領域と前記第2の領域とが部分的に重複するようにすることを特徴とする請求項17記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項19】 前記第1の磁性層部分における前記連結部分と前記少なくとも2つの接続部分とによって囲まれた領域に、前記絶縁層の一部を埋め込むようにすることを特徴とする請求項16ないし請求項18のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項20】 前記第1の磁性層が、さらに、前記第1の磁性層部分の一部と部分的にオーバーラップして磁気的に連結された第2の磁性層部分と、前記第2の磁性層部分と前記第2の磁性層とを磁気的に連結させる第3の磁性層部分とを含むように、前記第1の磁性層を形成することを特徴とする請求項12ないし請求項19のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項21】 さらに、前記第1の磁性層部分を形成すると同時に、前記第3の

磁性層部分を形成すると共に前記薄膜コイル部の端部に設けられたコイル端部上に前記薄膜コイル部の一部をなすコイル接続パターンを形成する工程と、

少なくとも前記第1の磁性層部分、前記第3の磁性層部分および前記コイル接続パターンを覆うように前記絶縁層の一部をなすコイル埋設層を形成する工程と、

少なくとも前記第1の磁性層部分、前記第3の磁性層部分および前記コイル接続パターンが露出するまで前記コイル埋設層の表面を研磨して平坦化させる工程と、

前記研磨後の平坦面上に、前記第1の磁性層部分および前記第3の磁性層部分の双方の露出面と磁気的に連結するように前記第2の磁性層部分を形成すると同時に、前記コイル接続パターンの露出面と電気的に接続するように導電層パターンを形成する工程とを含むことを特徴とする請求項20記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項22】 前記第1の磁性層および前記第2の磁性層のうちの少なくとも一方の形成材料として、ニッケル鉄合金または窒化鉄のいずれかを含む材料を用いることを特徴とする請求項12ないし請求項21のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項23】 前記第1の磁性層および前記第2の磁性層のうちの少なくとも一方の形成材料として、アモルファス合金を含む材料を用いることを特徴とする請求項12ないし請求項21のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造。

【請求項24】 前記アモルファス合金として、コバルト鉄合金またはジルコニウムコバルト鉄合金のいずれかを用いることを特徴とする請求項23記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR（Magnetoresistive）と記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ（write gap）を挟んでその上下に形成された下部磁極（ボトムポール）および上部磁極（トップポール）のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロンオーダーまで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されてい

る。

【0004】ここで、図31～図36を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。

【0005】この製造方法では、まず、図31に示したように、例えばアルティック ( $Al_2O_3 \cdot TiC$ ) よりなる基板101上に、例えば酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$  ; 以下、単に「アルミナ」という。) よりなる絶縁層102を約5.0～10.0  $\mu m$  程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102上に、再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。次に、下部シールド層103上に、例えばアルミナ層を100～200 nmの厚みでスパッタ堆積し、シールドギャップ膜104を形成する。次に、シールドギャップ膜104上に、再生用のMR素子を構成するためのMR膜105を数十nmの厚みに形成し、高精度のフォトリソグラフィ処理によって所望の形状にパターニングする。次に、MR膜105の両側に、このMR膜105と電気的に接続する引き出し電極層としてのリード層 (図示せず) を形成したのち、このリード層、シールドギャップ膜104およびMR膜105上に、シールドギャップ膜106を形成し、MR膜105をシールドギャップ膜104、106内に埋設する。次に、シールドギャップ膜106上に、再生ヘッドおよび記録ヘッドの双方に用いる磁気材料、例えばニッケル鉄合金 ( $NiFe$  ; 以下、単に「パーマロイ (商品名)」ともいう。) よりなる上部シールド兼下部磁極 (以下、下部磁極という。) 107を形成する。

【0006】次に、図32に示したように、下部磁極107上に、絶縁材料、例えばアルミナよりなる記録ギャップ層108を形成し、この記録ギャップ層108上に、高精度のフォトリソグラフィによりフォトレジスト膜109を所定のパターンとなるように形成する。次に、フォトレジスト膜109上に、例えばめっき法により、例えば銅 ( $Cu$ ) よりなる誘導型の記録ヘッド用の薄膜コイル110を形成する。次に、フォトレジスト膜109および薄膜コイル110を覆うようにして、高精度のフォトリソグラフィによりフォトレジスト膜111を所定のパターンとなるように形成する。次に、薄膜コイル110の各巻線間の絶縁化のために、フォトレジスト膜111に対して、例えば250度の温度で加熱処理を施す。

【0007】次に、図33に示したように、薄膜コイル110よりも後方 (図33における右側) の位置において、磁路形成のために、記録ギャップ層108の一部を部分的にエッチングして開口部108aを形成し、下部磁極107の一部を露出させる。次に、下部磁極107の露出面、フォトレジスト膜111および記録ギャップ層108を覆うようにして、高飽和磁束密度を有する磁気材料、例えばパーマロイよりなる上部ヨーク兼上部磁極 (以下、上部磁極という。) 112を選択的に形成す

る。

【0008】上部磁極112を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレイムめっき法が用いられる。フレイムめっき法を用いて上部磁極112を形成する場合には、まず、フォトレジスト膜111で覆われて山状に盛り上がったコイル部分 (以下、「エイベックス部」という。) の上に全体的に、例えば、パーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、この電極膜上にフォトレジストを塗布してフォトレジスト膜を成膜したのち、このフォトレジスト膜をフォトリソグラフィ処理によってパターニングして、めっき処理のためのフレイム (外枠) を形成する。次に、先に形成した電極膜をシード層として用いて、めっき法によってパーマロイよりなるめっき膜を成長させて上部磁極112を形成する。

【0009】この上部磁極112は、例えば、後述する図36に示したような平面形状を有するものであり、ヨーク部112aおよびポールチップ部112bを含んでいる。上部磁極112は、開口部108aにおいて下部磁極107と接触し、磁気的に連結される。次に、上部磁極112の一部 (ポールチップ部112b) をマスクとして、記録ギャップ層108および下部磁極107の双方をイオンミリングによって選択的に約0.5  $\mu m$  程度エッチングしたのち (図35参照)、上部磁極112上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層113を形成する。最後に、機械加工や研磨工程によって、記録ヘッドおよび再生ヘッドのトラック面、すなわちエアベアリング面120を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0010】図34～図36は、完成した状態の薄膜磁気ヘッドの構造を表すものである。ここで、図34はエアベアリング面120に垂直な方向における薄膜磁気ヘッドの断面を表し、図35は磁極部分のエアベアリング面120に平行な方向における断面を拡大して表し、図36は平面構造を表している。ここで、図33は、図36におけるXXXIII-XXXIII線に沿った矢視断面に相当する。なお、図34～図36では、オーバーコート層113等の図示を省略している。また、図36では、薄膜コイル110およびフォトレジスト膜111について、それらの最外端のみを図示している。

【0011】図34および図36において、「TH」はスロートハイト (Throat Height) を表し、「MRH」はMRハイトを表している。ここで、「スロートハイト (TH)」とは、記録ヘッドの性能を決定する要因のうちの一つであり、薄膜コイル110を他の導電部分と電気的に分離するための絶縁層 (フォトレジスト膜111) の最もエアベアリング面120に近い側の端縁の位置、すなわちスロートハイトゼロ位置 (TH0位置) からエアベアリング面120の位置までの長さである。記

録ヘッドの性能を向上させるためには、スロートハイト (TH) を最適化する必要がある。このスロートハイト (TH) は、エアベアリング面120を形成する際の研磨量によって制御される。また、「MRハイト (MRH)」とは、MR膜105の最もエアベアリング面120から遠い側の端縁の位置、すなわちMRハイトゼロ位置 (MRH0位置) からエアベアリング面120の位置までの長さである。このMRハイト (MRH) もまた、エアベアリング面120を形成する際の研磨量によって制御される。

【0012】薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因としては、スロートハイト (TH) やMRハイト (MRH) 等の他に、図34に示したエイベックスアングル (Apex Angle:  $\theta$ ) がある。このエイベックスアングル $\theta$ は、フォトレジスト膜111のエアベアリング面120に近い側の斜面の平均斜度である。

【0013】図35に示したように、記録ギャップ層108および下部磁極107の双方の一部が上部磁極112のボールチップ部112bに対して自己整合的にエッチングされた構造は、トリム (Trim) 構造と呼ばれる。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。図中に示した「P2W」は、トリム構造を有する部分 (以下、単に「磁極部分500」という。) の幅、すなわち磁極幅 (以下、「トラック幅」ともいう。) を表している。この磁極幅P2Wの加工寸法は、トリム構造を形成するためのエッチング処理を行う際に用いられるマスク (上記の場合はフォトレジスト膜パターン) のうちの磁極部分500に対応する部分の幅に依存する。また、図中に示した「P2L」は、磁極部分500の一部を構成するボールチップ部112bの厚み、すなわち磁極長を表している。なお、図35に示したように、MR膜105の両側には、このMR膜105と電氣的に接続する引き出し電極層としてのリード層121が設けられている。ただし、図31～図34では、リード層121の図示を省略している。

【0014】図36に示したように、上部磁極112は、その大部分を占めるヨーク部112aと、磁極幅P2Wとしてほぼ一定の幅を有するボールチップ部112bとを有している。ヨーク部112aとボールチップ部112bとの連結部分において、ヨーク部112aの外縁はエアベアリング面120と平行な面に対して角度 $\alpha$ をなし、また、上記の連結部分において、ボールチップ部112bの外縁は、エアベアリング面120と平行な面に対して角度 $\beta$ をなしている。ここで、 $\alpha$ は、例えば45度であり、 $\beta$ は90度である。上記したように、ボールチップ部112bは、磁極部分500のトリム構造を形成する際のマスクとなる部分である。図34および図36から判るように、ボールチップ部112bは平坦な記録ギャップ層108の上に延在し、ヨーク部112

aはエイベックス部上に延在している。

【0015】なお、上部磁極の詳細な構造的特徴に関しては、例えば、特開平8-249614号公報に記載がある。

【0016】図33に示したような構造を有する従来の薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録動作時において薄膜コイル110により生じた磁束は、上部磁極112内をヨーク部112aからボールチップ部112bに向かって伝搬し、最終的にボールチップ部112bの先端へ到達する。ボールチップ部112bの先端に到達した磁束は、その外部に信号磁界を発生させ、この信号磁界によって、図示しない記録媒体への情報記録が行われる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ここで、薄膜磁気ヘッドの優れた重ね書き込み特性、すなわちオーバーライト特性を確保するためには、一般に、上記の信号磁界を十分に発生させるべく、上部磁極112のボールチップ部112bへ円滑かつ十分に磁束を供給することが必要である。

【0018】しかしながら、図33に示した従来の薄膜磁気ヘッドでは、上部磁極112のボールチップ部112bと下部磁極107との間に、厚みの薄い記録ギャップ層108しか配設されていない。このため、ヨーク部112aからボールチップ部112bに流入した磁束の一部は、ボールチップ部112bの先端には到達せずに、記録ギャップ層108を通過して下部磁極107へ伝搬してしまう。以下では、記録ギャップ層108を通過することによる上部磁極112から下部磁極107への磁束の伝搬を「磁束の漏れ」と呼称することとする。このような傾向は、特に、上部磁極112のうちの平坦な記録ギャップ層108上に形成された領域とエイベックス部上に形成された領域との間の領域112Sにおいて顕著となる。なぜなら、厚み方向 (図中の上下方向) に延在する領域112Sでは、上部磁極112内を図中の下方向へ向かう磁束の流れが生ずるからである。

【0019】上記した「磁束の漏れ」は、以下のような不具合を誘発する。

【0020】1) 上部磁極112から下部磁極107へ磁束が漏れることにより、上部磁極112内をヨーク部112aからボールチップ部112bへ伝搬する磁束の絶対量が減少する。このような場合には、薄膜コイル110によって発生した磁束をボールチップ部112bの先端へ十分に供給することができなくなる。このため、薄膜磁気ヘッドのオーバーライト特性は著しく低下してしまう。

【0021】2) 磁束の漏れによる下部磁極107への局所的な磁束の集中は、薄膜磁気ヘッドの読み込み動作に悪影響を及ぼす。例えば、下部磁極107に必要以上に磁束が集中することにより、その一部がさらに下部磁極107を通過してMR膜105へ到達した場合には、

MR膜105へ到達した磁束は、再生ヘッドの読み込み動作時において、磁気ノイズとして作用する。これにより、薄膜磁気ヘッドの正常な読み込み動作が阻害されることとなる。

【0022】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、特に、磁束の伝搬過程における「磁束の漏れ」を抑制し、十分なオーバーライト特性を得ることができる薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する記録媒体対向面側の一部に、表面形状が平坦な領域を有するギャップ層を介して対向する2つの磁極を含む、互いに磁気的に連結された第1の磁性層および第2の磁性層と、これらの2つの磁性層の間に絶縁層を介して配設された薄膜コイル部とを有すると共に、第1の磁性層が、記録媒体対向面からこの面より離れる長さ方向に延在すると共に記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅部分を有する第1の磁性層部分を含む薄膜磁気ヘッドであって、第2の磁性層のギャップ層に接する側の一部に設けられた凹部に埋設されて絶縁層の一部をなすと共にその最前端の位置が絶縁層の最前端の位置を規定する第1の非磁性パターンを備え、この第1の非磁性パターンの最前端が第1の磁性層部分の延在領域のうちの一定幅部分の延在領域内に位置するようにしたものである。

【0024】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する記録媒体対向面側の一部に、表面形状が平坦な領域を有するギャップ層を介して対向する2つの磁極を含む、互いに磁気的に連結された第1の磁性層および第2の磁性層と、これらの2つの磁性層の間に絶縁層を介して配設された薄膜コイル部とを有すると共に、第1の磁性層が記録媒体対向面からこの面より離れる長さ方向に延在すると共に記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅部分を有する第1の磁性層部分を含む薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第2の磁性層のギャップ層に接する側の一部に設けられた凹部に、その最前端が第1の絶縁層部分の延在領域のうちの一定幅部分の延在領域内に位置して絶縁層の最前端の位置を規定するように、絶縁層の一部をなす第1の非磁性パターンを形成する工程を含むようにしたものである。

【0025】本発明の薄膜磁気ヘッドでは、絶縁層の一部をなす第1の非磁性パターンの最前端の位置によって、絶縁層の最前端の位置が規定される。ここで、「絶縁層の最前端の位置」とは、絶縁層の端縁のうちの記録媒体対向面に最も近い側の端縁の位置である。特に、この第1の非磁性パターンの存在により、その上方領域から下方領域への磁束の伝搬が抑制される。

【0026】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、さらに、ギャップ層における第1の非磁性パ

ターンが接する面とは反対側の面に接するように延在して絶縁層の一部をなす第2の非磁性パターンを備えるようにしてもよい。

【0027】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、第2の非磁性パターンの最前端近傍の表面が、ギャップ層の表面に対して傾斜した斜面をなすようにしてもよい。

【0028】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、第2の非磁性パターンの最前端の位置が第1の非磁性パターンの最前端の位置よりも長さ方向に後退するようにし、第1の磁性層部分がギャップ層の平坦な領域上から第2の非磁性パターンの斜面上にかけて延在するようにしてもよい。

【0029】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第2の非磁性パターンの最前端の位置が第1の非磁性パターンの最前端の位置よりも長さ方向に後退することとなるように、第2の非磁性パターンを形成するようにしてもよい。

【0030】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層部分のうちの少なくとも一定幅部分がギャップ層の平坦な領域上に延在するようにしてもよい。

【0031】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層部分が、さらに、トラック幅方向に互いに分離して配設された少なくとも2つの接続部分と、一定幅部分と少なくとも2つの接続部分とを磁気的に連結させる連結部分とを有するようにしてもよい。このような場合には、第1の磁性層部分における連結部分と少なくとも2つの接続部分とによって囲まれた領域に絶縁層の一部が埋め込まれるようにしてもよい。

【0032】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第2の非磁性パターンの最前端近傍の表面がギャップ層の表面に対して傾斜した斜面をなし、この第2の非磁性パターンの斜面上に第1の磁性層部分の連結部分および接続部分のうちの少なくとも一部が配設される場合には、第1の磁性層部分を形成する工程が、少なくともギャップ層の平坦な領域および第2の非磁性パターンの斜面領域を覆うようにしてフォトリソ層を形成する工程と、ギャップ層の平坦な領域におけるフォトリソ層のうち、一定幅部分の平面形状に対応する領域を含む第1の領域を選択的に露光する第1の露光工程と、第2の非磁性パターンの斜面領域からギャップ層の平坦な領域にかけての領域におけるフォトリソ層のうち、少なくとも、連結部分および接続部分の平面形状に対応する第2の領域を選択的に露光する第2の露光工程と、フォトリソ層のうちの第1の領域および第2の領域の双方の領域を一括して現像することによりフォトリソパターンを形成する工程と、フォトリソパターンを用いて一定幅部分、連結部分および接続部分を一体に形成する工程とを含むようにしてもよい。このような場合には、上記の第2の露光工程において、第1の

領域と第2の領域とが部分的に重複するようにするのが好適である。

【0033】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層が、さらに、第1の磁性層部分の一部と部分的にオーバーラップして磁氣的に連結された第2の磁性層部分と、第2の磁性層部分と第2の磁性層とを磁氣的に連結させるための第3の磁性層部分とを含むようにしてもよい。

【0034】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、さらに、第1の磁性層部分を形成すると同時に、第3の磁性層部分を形成すると共に薄膜コイル部の端部に設けられたコイル端部上に薄膜コイル部の一部をなすコイル接続パターンを形成する工程と、少なくとも第1の磁性層部分、第3の磁性層部分およびコイル接続パターンを覆うように絶縁層の一部をなすコイル埋設層を形成する工程と、少なくとも第1の磁性層部分、第3の磁性層部分およびコイル接続パターンが露出するまでコイル埋設層の表面を研磨して平坦化させる工程と、研磨後の平坦面上に、第1の磁性層部分および第3の磁性層部分の双方の露出面と磁氣的に連結するように第2の磁性層部分を形成すると同時に、コイル接続パターンの露出面と電氣的に接続するように導電層パターンを形成する工程とを含むようにしてもよい。

【0035】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層および第2の磁性層のうちの少なくとも一方が、ニッケル鉄合金または窒化鉄のいずれかを含む材料よりなるようにしてもよいし、またはアモルファス合金を含む材料よりなるようにしてもよい。上記のアモルファス合金としては、コバルト鉄合金またはジルコニウムコバルト鉄合金のいずれかを用いるのが好適である。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0037】〔第1の実施の形態〕

＜薄膜磁気ヘッドの製造方法＞まず、図1～図12を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。

【0038】図1～図9において、(A)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(B)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。図10～図12は、主要な製造工程に対応する斜視図である。ここで、図10は、図4に示した状態に対応し、図11は図5に示した状態に対応し、図12は、図9に示した状態に対応する。ただし、図11では、図5における絶縁膜15等の図示を省略し、図12では、図9における絶縁膜15、17、18、20、21、薄膜コイル16、19およびオーバーコート層22等の図示を省略している。

【0039】以下の説明では、図1～図12の各図中に

におけるX軸方向を「幅方向（または左右方向）」、Y軸方向を「長さ方向」、Z軸方向を「厚み方向（または上下方向）」として表記すると共に、Y軸方向のうちのエアベアリング面90に近い側（または後工程においてエアベアリング面90となる側）を「前側（または前方）」、その反対側を「後側（または後方）」と表記するものとする。

【0040】本実施の形態に係る製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ) よりなる基板1上に、例えばアルミナよりなる絶縁層2を約3.0～5.0  $\mu\text{m}$ の厚みで堆積する。次に、絶縁層2上に、例えば、フォトリソグラフィ処理およびめっき処理を用いて、例えばパーマロイ ( $\text{Ni} : 80 \text{ 重量}\%, \text{Fe} : 20 \text{ 重量}\%$ ) を約3.0  $\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成して、再生ヘッド用の下部シールド層3を形成する。次に、全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁膜を約4.0～5.0  $\mu\text{m}$ の厚みで形成したのち、下部シールド層3が露出するまで絶縁膜の表面を例えばCMP（化学機械研磨）法によって研磨して、全体を平坦化する。

【0041】次に、図1に示したように、下部シールド層3上に、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなるシールドギャップ膜4を約100～200 nmの厚みで形成する。次に、シールドギャップ膜4上に、再生ヘッド部の要部であるMR素子を構成するためのMR膜5を高精度のフォトリソグラフィによって所望の形状となるように形勢する。次に、MR膜5の両側に、このMR膜5と電氣的に接続する引き出し電極層としてのリード層（図示せず）を形成したのち、このリード層、シールドギャップ膜4およびMR膜5上にシールドギャップ膜6を形成して、MR膜5をシールドギャップ膜4、6内に埋設する。

【0042】次に、図1に示したように、シールドギャップ膜6上に、上部シールド層7を約1.0～1.5  $\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成する。上部シールド層7の形成材料および形成方法等は、下部シールド層3の場合と同様である。

【0043】次に、図1に示したように、上部シールド層7上に、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなる絶縁膜8を約0.15～0.2  $\mu\text{m}$ の厚みで形成する。次に、絶縁膜8上に、例えば高飽和磁束密度を有する磁性材料、例えば窒化鉄 ( $\text{FeN}$ ) よりなる下部磁極9を約2.0～2.5  $\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成する。ここで、下部磁極9の形成は、以下のような手順により行う。すなわち、まず、絶縁膜8上に、例えばスパッタリングにより、例えば窒化鉄層を成膜する。続いて、所定の形状および材質を有するマスクを用いて、例えばイオンミリングによって窒化鉄層をエッチングしてパターンニングすることにより、下部磁極9を選択的に形成する。なお、下部磁極9の形成材料としては、上記の

窒化鉄の他、例えば、窒化鉄と同様の高飽和磁束密度を有する磁性材料として、パーマロイ（Ni：45重量％，Fe：55重量％）やアモルファス合金を用いるようにしてもよい。このアモルファス合金としては、例えば、コバルト鉄合金（CoFe）やジルコニウムコバルト鉄（ZrCoFe）などを用いることができる。ここで、下部磁極9が、本発明における「第2の磁性層」の一具体例に対応する。

【0044】次に、図1に示したように、全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁膜を約4.0～5.0μmの厚みで形成したのち、下部磁極9が露出するまで絶縁膜の表面を例えばCMP法によって研磨して、全体を平坦化する。

【0045】次に、図1に示したように、下部磁極9上に、例えばスパッタリングによって、例えばアルミナよりなるマスク前駆層110を約0.3～0.5μmの厚みで形成する。このマスク前駆層110は、後工程においてエッチング処理によってパターンニングされることにより、下部磁極9をエッチング加工する際に用いられるパターンマスク10a、10b（図2参照）となるものである。次に、このマスク前駆層110上に例えばフォトリソグロウパシ処理によってパターンニングする。これにより、マスク前駆層110上の所定の位置に、フォトリソグロウパシ膜よりなるマスク80a、80bが選択的に形成される。なお、マスク80a、80bを形成する際の上記の「所定の位置」とは、例えば、マスク80aの最も後側の端縁（以下、単に「最後端」という。）の位置が、MR膜5の最後端の位置とほぼ一致するような位置であり、またマスク80bの形成領域が、後工程において形成される磁路接続部14bの形成領域に対応するような位置である。

【0046】次に、マスク80a、80bを用いて、例えばリアクティブイオンエッチング（Reactive Ion Etching；以下、単に「RIE」という。）によってマスク前駆層110をエッチングしてパターンニングすることにより、図2に示したように、アルミナよりなるパターンマスク10a、10bを選択的に形成する。マスク前駆層110をパターンニングするためのエッチング方法としてRIEを用いることにより、イオンミリングを用いる場合よりも、エッチング処理を短時間で行うことができる。特に、RIEによるエッチング処理を行う際には、塩素（Cl<sub>2</sub>）および二塩化ボロン（BCl<sub>2</sub>）のうちの少なくとも一方を含むエッチングガスを用いるのが好適である。これらのガス雰囲気中においてエッチング処理の化学反応が促進されることにより、エッチング処理をより短時間で行うことができるからである。なお、上記のエッチング処理（RIE）によってマスク80a、80b自体もエッチングされ、これらの膜厚は減少することとなる。エッチング処理が完了した時点で、マスク

80a、80bが残存しないようにしてもよい（図2参照）、残存するようにしてもよい。

【0047】次に、図2に示したように、パターンマスク10a、10bを用いて、例えばイオンミリングにより、下部磁極9を選択的に約0.3～0.8μm程度エッチングして掘り下げる。このエッチング処理によって、下部磁極9のうちの上方の一部分が選択的に除去され、この部分に凹部9Jが形成される。エッチング処理を行う際には、例えば、下部磁極9の表面に対して斜め上方からイオンビームを照射して、上記の凹状領域の内壁が斜面をなすようにする。なお、上記のエッチング処理（イオンミリング）によってパターンマスク10a、10b自体もエッチングされ、これらの膜厚は減少することとなる。エッチング処理が完了した時点で、パターンマスク10a、10bが残存するようにしてもよい（図2参照）、残存しないようにしてもよい。

【0048】次に、図2に示したように、パターンマスク10a、10bおよび凹部9Jによって構成された凹凸領域の表面全体を覆うように、全体に、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナ層11pを約3.0～4.0μmの厚みで形成する。

【0049】次に、例えばCMP法によってアルミナ層11pの表面全体を研磨して、図3に示したように、凹部9Jに埋め込まれたアルミナよりなる絶縁膜パターン11を形成する。このときの研磨処理は、下部磁極9のうち凹状領域以外の部分が露出するまで行う。この絶縁膜パターン11の配設領域は、例えば、後述する図17に示したように、後工程において形成される上部ポールチップ14aおよび薄膜コイル16、19等の配設領域を含むような領域である。絶縁膜パターン11の最も前側の端縁（以下、単に「最前端」という。）の位置は、例えば、MR膜5の最後端の位置とほぼ一致している。絶縁膜パターン11の最前端の位置は、スロートハイト（TH）を決定する際の基準となる位置、すなわちスロートハイトゼロ位置（TH0位置）である。ここで、絶縁膜パターン11が、本発明における「第1の非磁性パターン」の一具体例に対応する。

【0050】次に、図3に示したように、研磨後の平坦面上に、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなる記録ギャップ層12を約0.15～0.2μmの厚みで形成する。記録ギャップ層12の表面は、その全域にわたって平坦となる。なお、記録ギャップ層12を形成する際には、後工程において磁路接続部14bが形成されることとなる領域（下部磁極9のうちの後側の露出面）を覆わないようにする。この領域は、下部磁極9と後工程において形成される上部磁極14とを接続させるための開口部12kとなる。ここで、記録ギャップ層12が、本発明における「ギャップ層」の一具体例に対応する。

【0051】次に、開口部12k（図10では図示せ



ず)の形成領域よりも前側の領域における平坦な記録ギャップ層12上の所定の位置に、高精度のフォトリソグラフィ工程により、例えば有機系のフォトレジスト膜を約 $1.0\mu\text{m}$ 程度の厚みで選択的に形成する。次に、このフォトレジスト膜に対して例えば $200^\circ\sim 250^\circ$ 程度の温度で加熱処理を施す。これにより、フォトレジスト膜の端縁近傍は、その端縁方向に向かって落ち込むような丸みを帯びた斜面をなすこととなり、図4および図10に示したように、フォトレジスト膜よりなる絶縁膜パターン13が形成される。絶縁膜パターン13を形成する際の上記の「所定の位置」とは、例えば、絶縁膜パターン13の最前端が、絶縁膜パターン11の最前端の位置よりも後側にずれるような位置である。絶縁膜パターン11の最前端の位置から絶縁膜パターン13の最前端の位置までの距離(ずれ長さ)は、例えば、約 $0.4\sim 0.8\mu\text{m}$ 程度が好適である。このような位置に絶縁膜パターン13を配設することにより、後工程において絶縁膜パターン13の前側の斜面面上に配設される上部ポールチップ14aの後端部14a(3)(図4参照)から下部磁極9への磁束の伝搬(磁束の漏れ)を抑制することができると共に、後端部14a(3)の内部における磁束の流れを円滑化させることができるからである。ここで、絶縁膜パターン13が、本発明における「第2の非磁性パターン」の一具体例に対応する。

【0052】次に、図4および図10に示したように、絶縁膜パターン13の前側の斜面領域からその前方における平坦な記録ギャップ層12上にかけての領域に、例えばフレームめっき法により、上部磁極14の一部を構成する上部ポールチップ14aを約 $2.5\sim 3.5\mu\text{m}$ の厚みで選択的に形成する。上部ポールチップ14aを形成する際には、同時に、開口部12kに、上部磁極14の一部を構成する磁路接続部14bを形成する。上部ポールチップ14aは、例えば、後述する図17に示したような平面形状を有するものであり、後工程においてエアベアリング面90となる側(図中の左側)から順に、記録媒体(図示せず)上の記録トラック幅を規定する一定幅を有する先端部14a(1)と、先端部14a(1)の幅よりも大きな幅を有する中間部14a(2)と、中間部14a(2)よりも大きな幅を有する後端部14a(3)とを含んでいる。上部ポールチップ14aの構造的特徴については、後述する。ここで、上部ポールチップ14aが、本発明における「第1の磁性層部分」の一具体例に対応し、先端部14a(1)が、本発明における「一定幅部分」の一具体例に対応する。

【0053】フレームめっき法によって上部ポールチップ14aを形成する際には、まず、例えば、スパッタリングにより、電解めっき法におけるシード層となる電極膜(図示せず)を約 $70\text{nm}$ の厚みに形成する。この電極膜は、例えば、高飽和磁束密度を有するパーマロイ( $\text{Ni}:45\text{重量}\%, \text{Fe}:55\text{重量}\%$ )からなるもの

である。次に、上記の電極膜上に、ポジティブ型のフォトレジスト(以下、単に「フォトレジスト」という。)を塗布して、フォトレジスト膜(図示せず)を形成する。次に、所定の平面形状パターンを有する、例えばクロム等の金属よりなるフォトマスク(図示せず)を用いて、フォトレジスト膜の所定の領域を選択的に露光する。次に、フォトレジスト膜の露光領域を現像することにより、フレームめっき法によるめっき処理を行う際に用いるフレーム(外枠)、すなわちフォトレジストパターン(図示せず)を形成する。このフォトレジストパターンは、上記の露光領域の形状に対応した平面形状を有する開口部を備えるものである。

【0054】このとき、フォトレジスト膜の選択露光は、後述するように、一度に行うのではなく、例えば、異なる開口部を有する複数種類のフォトマスクを用いて複数回に分けて行い、しかるのち、露光領域全体の現像を一度の現像工程により一括して行うようにするのが好ましい。特に、本実施の形態では、例えば、互いに異なる開口部を有する2種類のフォトマスクを同一のフォトレジスト膜に対して順次使用して、これらの各フォトマスクの開口部の平面形状に対応するフォトレジスト膜の領域をそれぞれ2度にわたって順次選択的に露光している。そして、このフォトレジスト膜の露光領域を一括して現像することにより、上部ポールチップ14aの平面形状に対応する平面形状を有する開口部を備えたフォトレジストパターンを形成するようにしている。

【0055】次に、上記の現像工程によってフォトレジストパターンを形成したのち、先工程において形成した電極膜をシード層とすると共に、フォトレジストパターンをマスクとして、電解めっき法により、例えば高飽和磁束密度を有する磁性材料であるパーマロイ(例えば、 $\text{Ni}:45\text{重量}\%, \text{Fe}:55\text{重量}\%$ )よりなる上部ポールチップ14aを形成する。その後、フォトレジストパターンを除去する。なお、磁路接続部14bの形成もまた、上部ポールチップ14aの場合と同様の形成材料および形成方法を用いて行う。上部ポールチップ14aおよび磁路接続部14bの形成材料としては、上記のパーマロイ( $\text{Ni}:45\text{重量}\%, \text{Fe}:55\text{重量}\%$ )の他、窒化鉄やアモルファス合金(コバルト鉄やジルコニウムコバルト鉄など)などを用いるようにしてもよい。

【0056】次に、図5および図11に示したように、上部ポールチップ14aおよび磁路接続部14b(図11では磁路接続部14bを図示せず。)の双方をマスクとして、例えばRIEにより、全体に約 $0.3\sim 0.4\mu\text{m}$ 程度エッチングする。このエッチング処理により、記録ギャップ層12、下部磁極9および絶縁膜パターン11のうち、上部ポールチップ14aおよび磁路接続部14bの双方の配設領域以外の領域が選択的に除去され、掘り下げられる。このとき、絶縁膜パターン13の後側の一部もエッチングされ、除去される。このエッチ

ング処理により、トリム構造を有する磁極部分100が形成される。この磁極部分100は、上部ポールチップ14aの先端部14a(1)と、下部磁極9のうちの先端部14a(1)に対応する部分と、双方に挟まれた記録ギャップ層12の一部とによって構成され、これらの各部位は互いにほぼ同一の幅を有している。一般に、エッチング方法としてRIEを用いた場合の処理速度は、イオンミリングを用いた場合の処理速度よりも速い。このため、RIEを用いてトリム構造を有する磁極部分100を形成することにより、イオンミリングを用いる場合よりも、磁極部分100を短時間で形成することができる。特に、磁極部分100を形成するためにRIEによるエッチング処理を行う際には、例えば、塩素および二塩化ボロンのうちの少なくとも一方を含むエッチングガスを用いると共に、加工温度を100度～200度の範囲内となるように調整するのが好適である。このような条件下において、特に、下部磁極9に対するエッチング処理の化学反応が促進されることにより、より短時間で磁極部分100を形成することができるからである。

【0057】次に、図5および図11に示したように、全体に、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなる絶縁膜15を約0.3～0.5μmの厚みで形成する。

【0058】次に、図6に示したように、上部ポールチップ14aの配設領域よりも後方の領域（磁路接続部14bの配設領域を除く）における平坦な絶縁膜15上に、例えば電解めっき法により、例えば銅（Cu）よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル16を約1.0～1.5μmの厚みで選択的に形成する。この薄膜コイル16は、例えば、後述する図17に示したような渦巻状の平面構造を有するものである。なお、図6では、薄膜コイル16の一部分のみを図示している。薄膜コイル16を形成する際には、同時に、例えば、その内側の終端部における絶縁膜15上に、コイル接続部16sを薄膜コイル16と一体に形成する。このコイル接続部16sは、薄膜コイル16と後工程において形成されるコイル接続部19sa（図8（A）参照）とを電氣的に接続させるためのものである。

【0059】次に、図6に示したように、薄膜コイル16（コイル接続部16sを含む）の各巻線間およびその周辺領域に、加熱時に流動性を示す材料、例えばフォトレジストなどの有機絶縁材料を高精度のフォトリソグラフィ処理により所定のパターンとなるように形成する。次に、このフォトレジストに対して、例えば200度～250度の範囲内における温度で加熱処理を施す。これにより、フォトレジストが流動して薄膜コイル16の各巻線間を隙間なく埋めつくし、薄膜コイル16の各巻線間を絶縁化するための絶縁膜17が形成される。絶縁膜17を形成する際には、絶縁膜17が薄膜コイル16およびコイル接続部16sの双方の上面を覆わないように

してもよいし（図6参照）、覆うようにしてもよい。

【0060】次に、図6に示したように、全体を覆うように、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナ層18pを約3.0～4.0μmの厚みで成膜して、上部ポールチップ14a、磁路接続部14b、薄膜コイル16およびコイル接続部16s等によって構成された凹凸構造領域を埋設する。

【0061】次に、例えばCMP法によってアルミナ層18pの表面全体を研磨して、平坦化する。これにより、図7に示したように、薄膜コイル16等を埋設する絶縁膜18が形成される。このときの研磨処理は、上部ポールチップ14aおよび磁路接続部14bの双方が露出するまで行う。アルミナの表面研磨を行う際には、例えば、研磨後の上部ポールチップ14aの厚みが約1.5～2.5μmとなるようにするのが好ましい。絶縁膜18の形成材料としてアルミナなどの無機絶縁材料を用いることにより、フォトレジストなどの軟絶縁材料を用いる場合とは異なり、CMP研磨盤の研磨面が目詰まりを起こすことを防止できると共に、研磨後の表面をより平滑に形成することができる。

【0062】次に、図7に示したように、例えばRIEまたはイオンミリングにより、コイル接続部16sの上方を覆っている絶縁膜18の一部を部分的にエッチングして除去し、コイル接続部16sと後工程において形成されるコイル接続部19sa（図8参照）とを接続させるための開口部18kを形成する。

【0063】次に、図8に示したように、薄膜コイル16の上方における平坦化された絶縁膜18上に、第1層目の薄膜コイル16を形成した場合と同様の工程の電解めっき法により、例えば銅（Cu）よりなる第2層目の薄膜コイル19を約1.0～1.5μmの厚みで選択的に形成する。この薄膜コイル19は、薄膜コイル16と同様の平面構造を有するものである。薄膜コイル19を形成する際には、同時に、例えば、その内側の終端部におけるコイル接続部16s上にコイル接続部19saを形成し、また、その外側の終端部における絶縁膜18上に配線接続部19sbを形成する。コイル接続部19saおよび配線接続部19sbは、薄膜コイル19と一体をなすものである。薄膜コイル16と薄膜コイル19とは、開口部18kにおいて、コイル接続部16s、19saを介して電氣的に接続される。ここで、配線接続部19sbが、本発明における「コイル端部」の一具体例に対応する。

【0064】次に、図8に示したように、薄膜コイル19（コイル接続部19saおよび配線接続部19sbを含む）の各巻線間およびその周辺領域に、絶縁膜17の場合と同様の材料および形成方法を用いて絶縁膜20を選択的に形成する。なお、絶縁膜20を形成する場合には、絶縁膜20が、薄膜コイル19およびコイル接続部19saのそれぞれの上面を覆わないようにしてもよい

し（図8参照）、覆うようにしてもよい。配線接続部19sbの上方には、後工程において、この配線接続部19sbと接触して電氣的に接続するための中間接続パターン14eが配設されるので、配線接続部19sbの表面は絶縁膜20によって覆われないようにするのが好ましい。

【0065】次に、図8に示したように、絶縁膜18の上方から上部ボールチップ14aの後端部14a(3)の上方にかけての領域における平坦面上に、例えば、上部ボールチップ14aおよび磁路接続部14bの場合とほぼ同様の材料および形成方法を用いて、上部磁極14の一部を構成する中間接続部14cを約2.0～3.0μmの厚みで選択的に形成する。この中間接続部14cは、例えば、後述する図17に示したような平面形状を有するものである。中間接続部14cは、上部ボールチップ14aの後端部14a(3)の一部と部分的にオーバーラップして接触し、両者は磁氣的に連結される。

【0066】中間接続部14cを形成する際には、同時に、磁路接続部14b上に、上部磁極14の一部を構成する磁路接続部14dを形成すると共に、配線接続部19sb上に中間接続パターン14eを形成する。このとき、薄膜コイル19は絶縁膜20によって覆われているので、中間接続部14c等の形成時におけるエッチング処理等の影響による薄膜コイル19の損傷が回避される。中間接続パターン14eは、薄膜コイル16、19と後工程において形成されるコイル接続配線14fh（図9参照）とを電氣的に接続させるためのものである。磁路接続部14dおよび中間接続パターン14eの材質および形成方法は、上部ボールチップ14a等の場合とほぼ同様である。なお、中間接続部14cを形成する際には、例えば、その最前端の位置が、絶縁膜パターン13の最前端の位置とほぼ一致するようにするのが好ましい。また、例えば、中間接続部14cの前側の端縁部が、下地の平坦面に対して傾斜した斜面をなすようにする。ここで、中間接続パターン14eが、本発明における「コイル接続パターン」の一具体例に対応する。また、磁路接続部14b、14dが、本発明における「第3の磁性層部分」の一具体例に対応し、薄膜コイル16、19、コイル接続部16s、19sa、配線接続部19sbおよび中間接続パターン14eが、本発明における「薄膜コイル部」の一具体例に対応する。

【0067】次に、図8に示したように、全体を覆うようにして、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナ層21pを約3.0～4.0μmの厚みで形成して、中間接続部14c、磁路接続部14d、中間接続パターン14eおよび薄膜コイル19等によって構成された凹凸領域を埋設する。

【0068】次に、例えばCMP法によってアルミナ層21pの表面全体を研磨して平坦化することにより、図9に示したように、薄膜コイル19等を埋設する絶縁膜

21を形成する。このときの研磨処理は、中間接続部14c、磁路接続部14dおよび中間接続パターン14eが露出するまで行う。ここで、絶縁膜17、18、20、21が、本発明における「コイル埋設層」の一具体例に対応し、絶縁膜パターン11、13、絶縁膜17、18、20、21が、本発明における「絶縁層」の一具体例に対応する。

【0069】次に、図9に示したように、平坦化された領域のうち、磁路接続部14dの上方から中間接続部14cの上方にかけての領域に、上部磁極14の一部を構成する上部ヨーク14fを約2.0～3.0μmの厚みで選択的に形成する。この上部ヨーク14fは、例えば、後述する図17に示したような平面形状を有するものであり、薄膜コイル16、19の上方領域に延在するヨーク部14f(1)と、ヨーク部14f(1)の前方において中間接続部14cの一部と部分的にオーバーラップするように延在する接続部14f(2)とを含んでいる。上部ヨーク14fの構造的特徴については、後述する。上部ヨーク14fは、その後方部分において、開口部12kを通じて磁路接続部14b、14dを介して下部磁極9と磁氣的に連結されると共に、その前方部分において、中間接続部14cを介して上部ボールチップ14aとも磁氣的に連結される。平坦な下地上に上部ヨーク14fを配設することにより、上部ヨーク14fの表面もまた平坦となる。

【0070】上部ヨーク14fを形成する際には、同時に、中間接続パターン14eの上方から図示しない外部回路にかけての領域にコイル接続配線14fhを形成する。このコイル接続配線14fhは、中間接続パターン14eと図示しない外部回路とを電氣的に接続させるためのものである。上部ヨーク14fおよびコイル接続配線14fhの形成材料および形成方法は、上記した上部ボールチップ14a等の場合とほぼ同様である。なお、上部ヨーク14fを形成する際には、例えば、その最前端が、中間接続部14cの前側の端縁面における上端の位置よりも後方にずれて位置するようにすると共に、その最後端の位置が、磁路接続部14b、14dの最後端の位置とほぼ一致するようにする。このときの接続部14f(2)周辺における立体的構造は、図12に示したようになる。ここで、上部ヨーク14cが、本発明における「第2の磁性層部分」の一具体例に対応し、コイル接続配線14fhが、本発明における「導電層パターン」の一具体例に対応する。また、上部ボールチップ14a、中間接続部14c、磁路接続部14b、14dおよび上部ヨーク14fによって構成される上部磁極14が、本発明における「第1の磁性層」の一具体例に対応する。

【0071】次に、図9に示したように、全体を覆うように、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなるオーバーコート層22を約20～40μmの厚み

で形成する。最後に、機械加工や研磨工程により記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面90を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0072】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上記したように、特に、同一のフォトリソスト膜に対して、複数のフォトマスクを用いて複数回露光を行うことにより、上部ポールチップ14aの形成に用いるフォトリソストパターンを形成するようにしている。このような手法で形成したフォトリソストパターンを用いることにより、特に、上部ポールチップ14aの先端部14a(l)を高精度に形成することができる。以下では、まず、図13および図14を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の特徴の1つである、上部ポールチップ14aの形成方法と、その形成方法に関する作用および効果について詳細に説明する。なお、両図におけるX、Y、Z軸方向に関するそれぞれの表記については、図1～図12の場合と同様とする。

【0073】図13において、(A)は、第1の露光工程において使用する第1のフォトマスク31の平面形状を表し、(B)は、第1の露光工程において露光されるフォトリソスト膜131の領域(第1の露光領域131y)の平面形状を表すものである。(C)は、第2の露光工程において使用する第2のフォトマスク32の平面形状を表し、(D)は、第2の露光工程において露光されるフォトリソスト膜131の領域(第2の露光領域132y)の平面形状を表すものである。図14において、(A)は、図13(D)に示したフォトリソスト膜131の露光領域(合成露光領域133y)全体を現像することにより得られるフォトリソストパターン133の平面形状を表すものであり、(B)は、フォトリソストパターン133を用いて形成された上部ポールチップ14aの平面形状を表すものである。

【0074】図13(A)に示した第1のフォトマスク31は、例えば、T字型の平面形状を有する開口部31xを備えている。この開口部31xは、上部ポールチップ14a(図17参照)のうちの先端部14a(l)に対応する平面形状よりも長い一定幅部分と、その後側を占めるより大きい幅の部分とを含んでいる。この一定幅部分の幅は、最終的に形成される上部ポールチップ14aの先端部14a(l)の幅W1と同様である。図13

(B)に示したように、第1の露光工程では、フォトリソスト膜131上の所定の位置に第1のフォトマスク31を配設して、第1のフォトマスク31の開口部31xを通じてフォトリソスト膜131の所定の領域を選択的に露光する。

【0075】ここで、第1のフォトマスク31を配設するフォトリソスト膜131上の「所定の位置」とは、後工程において上部ポールチップ14aの先端部14a(l)が形成される位置に対応する位置である。第1のフォトマスク31を配設する際には、開口部31xの最後

端が「位置P2(絶縁膜パターン13の最前端の位置; 図9参照)」よりも前側に位置するように、フォトリソスト膜131に対して位置合わせを行うようにする。具体的には、上部ポールチップ14aの先端部14a(l)の全体が平坦な記録ギャップ層12上に形成されることとなるように、フォトリソスト膜131のうち、平坦な記録ギャップ層12上に形成された平坦な領域に開口部31xを位置合わせして、第1の露光工程を行う。

【0076】この第1の露光工程により、フォトリソスト膜131に第1の露光領域131yが形成される。第1の露光領域131yは、上部ポールチップ14aの先端部14a(l)に対応する領域よりも後方に長く伸びた領域であるが、その後端縁が位置P2に差しつからないようになされている。このように、フォトリソスト膜131のうち、平坦な記録ギャップ層12上に形成された部分のみにおいて第1の露光工程を行うことにより、以下のような理由により、特に、幅方向への露光領域の拡大を防止することができる。すなわち、斜面部を含む下地上において露光工程を行う場合には、下地の斜面部から横方向または斜め方向に反射する反射光が多数生じる。これらの反射光は、フォトリソスト膜131のうちの本来の露光領域以外の部分も露光してしまう。このため、露光領域が拡大し、特に、開口部31xのうちの極微小な幅を有する一定幅部分に対応する部分が幅方向に拡大してしまう。これに対して、本実施の形態では、第1の露光工程を平坦な下地上において行っているため、上記のような反射光の影響による露光領域の拡大傾向が抑制される。ここで、第1の露光領域131yが、本発明における「第1の領域」の一具体例に対応する。

【0077】図13(C)に示した第2のフォトマスク32は、上部ポールチップ14aにおける中間部14a(2)および後端部14a(3)(図17参照)に対応する平面形状を有する開口部32xを備えている。図13

(D)に示したように、第2の露光工程では、第1の露光領域131yを有するフォトリソスト膜131上の所定の位置に第2のフォトマスク32を配設したのち、第2のフォトマスク32の開口部32xを通じてフォトリソスト膜131の所定の領域を選択的に露光する。この第2の露光工程により、フォトリソスト膜131には第2の露光領域132yが形成される。ここで、第2のフォトマスク32を配設する際には、その開口部32xの最前端が第1の露光領域131yの最後端の位置よりも前側に位置するように位置合わせを行うようにする。これにより、第1の露光領域131yのうちの後側の一部領域(図中の上方部分)と第2の露光領域132yの前側の一部領域(図中の下方部分)とは部分的に重複し、この重複領域を含む合成露光領域133yが形成される。この合成露光領域133yの平面形状は、上部ポールチップ14aの平面形状に対応するものである。ここで、第2の露光領域132yが、本発明における「第2

の領域」の一具体例に対応する。

【0078】このように、本実施の形態では、平坦な下地上のフォトレジスト膜131に対する露光処理（先端部14a(1)に対応する部分の露光処理）と、斜面部を含む下地上のフォトレジスト膜131に対する露光処理（中間部14a(2)、後端部14a(3)に対応する部分の露光処理）とを分割して行っている。このため、1回の露光で先端部14a(1)、中間部14a(2)、後端部14a(3)までを一括露光する場合とは異なり、下地の斜面部からの反射光による悪影響を回避することができる。

【0079】また、本実施の形態では、下地の高さの差に基づくデフォーカス（焦点ずれ）による悪影響を回避することもできる。すなわち、平坦部と斜面部とでは、自ずから、露光時における最良の合焦位置が異なるので、従来のように両者を一括して露光すると、平坦部と斜面部のいずれかまたは双方において焦点ずれが生ずる。これに対して、本実施の形態では、平坦部と斜面部とで別々に露光を行うので、それぞれの部分において最良の合焦状態での露光が可能となる。このため、シャープなパターンニングが可能となる。

【0080】最後に、フォトレジスト膜131の合成露光領域133yを一括して現像することにより、図14(A)に示したような開口部133zを有するフォトレジストパターン133が形成される。開口部133zの平面形状は、上部ボールチップ14aの平面形状に対応するものであり、図13(D)に示した合成露光領域133yの平面形状をほぼ反映したものである。したがって、このフォトレジストパターン133を用いてフレームめっき法を実施することにより、図14(B)に示したように、特に、先端部14a(1)の幅が設計幅W1となり、かつその幅が全域にわたって一定となるように上部ボールチップ14aを形成することができる。

【0081】ここで、図15および図16を参照して、上記したような上部ボールチップ14aの形成方法を用いる場合のさらに有用な作用および効果を説明する。

【0082】図13(D)に示した例では、第1の露光領域131yと第2の露光領域132yとが重複している領域の長さL10を十分に確保するようにしたが、例えば、中間部14a(2)の長さを短くしたいという要請がある場合には、オーバーラップ長さL10もできるだけ短くする必要がある。この長さL10が長すぎると、第1の露光領域131yが「位置P2」を越えて絶縁膜パターン13の上まで差し加かってしまう結果、上記した下地からの反射による悪影響を回避できないからである。したがって、両露光領域の重複領域の長さL10を極力短くすることが好ましい。

【0083】ところが、図15(A)に示したように、例えば、第1の露光領域131yが一定幅の部分のみであるようにした場合において長さL10を過度に短くし

た場合には、次のような不都合が生ずる。すなわち、第1の露光工程において、下地の微小な凹凸領域の表面から反射した僅かな反射光の影響によって第1の露光領域131yの後端部分に丸みが生じ、この結果、図15

(B)に示したように、最終的に形成されるフォトレジストパターン133の開口部133zのうち、第1の露光領域131yと第2の露光領域132yとの重複部分に対応する部分の幅は、極めて狭くなり、絞り込まれたような形状となる。フォトレジストパターン133のうちの上記の重複部分に対応する部分は、このフォトレジストパターン133を用いて形成される上部ボールチップ14aの先端部14a(1)と中間部14a(2)との接続部分の形状に反映される。すなわち、上部ボールチップ14aのうちの先端部14a(1)と中間部14a(2)との連結部分がくびれたような形状となる。このような場合には、中間部14a(2)から先端部14a(1)に磁束が伝搬する際の大きな障害となる。

【0084】これに対して、本実施の形態では、第1の露光領域131yがT字型形状を有しているため、例えば図16(A)に示したように、第1の露光領域131yの後方部分に丸みが生じたとしても、最終的に形成されるフォトレジストパターン133（図16(B)）のうちの第1の露光領域131yと第2の露光領域132yとの重複部分に対応する部分には、十分な幅の接続部分が形成される。この場合には、最終的に形成される上部ボールチップ14aの先端部14a(1)と中間部14a(2)との接続部分に対応する部分の幅を十分に確保することができるので、中間部14a(2)から先端部14a(1)へ磁束が円滑に伝搬する。したがって、十分なオーバーライト特性を確保することができる。

【0085】次に、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における上記の点以外の効果について説明する。

【0086】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、マスク前駆層110の形成材料として、アルミナなどの比較的反射率の低い無機材料を用いている。このため、マスク前駆層110上に配設したフォトレジスト膜に対してフォトリソグラフィ処理を施し、フォトレジスト膜をパターンニングすることによってマスク80a、80bを形成する場合に、露光時において下地（マスク前駆層110）の表面から反射する反射光の発生を抑制することができる。したがって、反射光の影響による露光領域の拡張または縮小等が抑制され、マスク80a、80bを高精度に形成することができる。

【0087】また、マスク前駆層110の形成材料として用いられるアルミナは、例えばフォトレジスト膜などの軟材料よりも被エッチング速度が遅い。このようなアルミナの材料特性により、マスク前駆層110をパターンニングすることによって形成されるパターンマスク10

a, 10bを用いて下部磁極9を選択的にエッチングする際、パターンマスク10a, 10b自体がエッチングされる量が低減される。このため、下部磁極9のうちのエッチング対象領域以外の部分がエッチングされて、下部磁極9の厚みが目減りしてしまうことを回避することができる。

【0088】また、本実施の形態では、パターンマスク10a, 10bの形成方法および磁極部分100の形成方法として、RIEによるエッチング処理を用い、特に、エッチング処理を行う際の条件（例えばエッチングガスや加工温度等）を適正化しているので、イオンミリングを用いる場合よりも、エッチング処理を短時間で行うことができる。したがって、パターンマスク10a, 10bや磁極部分100を短時間で形成することができる。

【0089】また、本実施の形態では、図8および図9に示したように、配線接続部19sb上に中間接続パターン14eを配設して、中間接続パターン14eの上面の位置が、中間接続部14cおよび磁路接続部14dの双方の上面の位置よりも高くなるようにしたので、これらの各部位をアルミナによって覆ったのち、絶縁膜21を形成するためにアルミナの表面を研磨したときに、中間接続部14cおよび磁路接続部14dの双方と共に中間接続パターン14eをも露出させることができる。このため、中間接続パターン14eを形成しない場合とは異なり、配線接続部19sbとコイル接続配線14fhとを接続させるために、絶縁膜21の一部を除去して開口部を形成する工程が不要となる。しかも、中間接続パターン14eは、中間接続部14cおよび磁路接続部14dの双方と同一の工程によって形成されるので、中間接続パターン14eを形成するために新たな工程を必要としない。したがって、製造工程数を削減することができる。

【0090】また、本実施の形態では、薄膜コイル16（コイル接続部16sを含む）および薄膜コイル19（コイル接続部19saおよび配線接続部19sbを含む）の双方の各巻線間を埋め込む絶縁膜17, 20の形成材料として、加熱時に流動性を示すフォトレジストなどの有機絶縁材料を用いるようにしたので、加熱時に流動性を示さないアルミナなどの無機絶縁材料を用いる場合とは異なり、薄膜コイル16, 19等の各巻線間を隙間なく埋めつくすことができ、確実に絶縁することができる。

【0091】また、本実施の形態では、図5～図7に示したように、トリム構造を有する磁極部分100を形成するためにRIEによるエッチング処理を行う際、上部ポールチップ14aおよび磁路接続部14bの双方の配設領域以外の領域を一樣にエッチングして掘り下げるようにしたので、薄膜コイル16の配設領域の表面の位置が、上部ポールチップ12aの先端部14a(I)の下面

の位置よりも低くなる。このため、薄膜コイル16の上方には十分な厚みを有する絶縁膜18が配設されるので、薄膜コイル16と後工程において形成される薄膜コイル19との間を確実に絶縁することができる。

【0092】＜薄膜磁気ヘッドの構造＞次に、図9、図12および図17を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構造について説明する。

【0093】図17は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法により製造された薄膜磁気ヘッドの平面構造の概略を表すものである。なお、図17では、絶縁膜17, 18, 20, 21およびオーバーコート層22等の図示を省略している。また、薄膜コイル16, 19については、その最外周部分のみを図示し、絶縁膜パターン11については、その最外端のみを図示し、絶縁膜パターン13については、その一部分のみを図示している。図9(A)は、図17におけるIXA-IXA線に沿った矢視断面に相当する。なお、図17中のX, Y, Z軸方向に関するそれぞれの表記については、図1～図16の場合と同様とする。

【0094】図9、図12および図17に示したように、絶縁膜パターン11の最前端の位置は、スロートハイト（TH）を決定する際の基準となる位置、すなわちスロートハイトゼロ位置（TH0位置）である。スロートハイト（TH）は、絶縁膜パターン11の最前端の位置（TH0位置）からエアベアリング面90の位置までの長さとして規定される。また、図中における「MRH0位置」は、MR膜5の最後端の位置、すなわちMRハイトゼロ位置を表している。MRハイト（MRH）は、MRハイトゼロ位置からエアベアリング面90の位置までの長さである。スロートハイトゼロ位置（TH0位置）とMRハイトゼロ位置（MRH0位置）とは、例えば、ほぼ一致している。

【0095】上部磁極14は、例えば、それぞれ別個に形成された上部ポールチップ14a、中間接続部14c、磁路接続部14b, 14dおよび上部ヨーク14fによって構成されている。すなわち、上部磁極14は、これらの各部位の集合体である。

【0096】上部ヨーク14fは、薄膜コイル16, 19によって発生した磁束を収容するための大きな面積を有するヨーク部14f(I)と、ヨーク部14f(I)よりも小さい一定幅を有する接続部14f(2)とを含んでいる。ヨーク部14f(I)の幅は、例えば、その後方部においてはほぼ一定であり、その前方部においてエアベアリング面90に近づくにつれて徐々に狭まるようになっている。また、接続部14f(2)の幅は、例えば、後述する中間接続部14cの幅よりも大きくなっている。ただし、必ずしもこのような場合に限らず、例えば、接続部14f(2)の幅が中間接続部14cの幅よりも小さくなるようにしてもよい。

【0097】中間接続部14cは、例えば、矩形状の平

面形状を有するものであり、その幅は、上部ポールチップ14aにおける後端部14a(3)の幅よりも大きくなっている。ただし、中間接続部14cの幅が後端部14a(3)の幅よりも小さくなるようにしてもよい。

【0098】上部ポールチップ14aは、例えば、エアベアリング面90側から順に先端部14a(1)、中間部14a(2)および後端部14a(3)を含んでいる。これらの各部位は、例えば、それぞれ矩形状の平面形状を有している。先端部14a(1)は、その全域にわたってほぼ一定な幅を有し、この幅は記録時の記録トラック幅を画定するものである。中間部14a(2)の幅は、先端部14a(1)の幅よりも大きくなっており、後端部14a(3)の幅は、中間部14a(2)の幅よりも大きくなっている。すなわち、先端部14a(1)と中間部14a(2)との連結部分には、幅方向の段差が形成されている。

【0099】上部ポールチップ14aの段差部における中間部14a(2)側の段差面14adは、例えば、TH0位置(またはMRH0位置)の位置よりも後方にずれて位置している。中間接続部14cの前側の端縁面14ctは、例えば、段差面12adの位置よりも後方にずれて位置し、絶縁膜パターン13の最前端的の位置とほぼ一致している。上部ヨーク14fの前側の端縁面14ftは、例えば、端縁面14ctの位置よりも後方にずれて位置している。すなわち、中間接続部14cおよび上部ヨーク14fは、共にエアベアリング面90から離れて位置するように配設されている。なお、中間接続部14cおよび上部ヨーク14fの配設位置は、必ずしも上記のような場合に限らず、例えば、端縁面14ctの位置が段差面14adの位置と一致するようにしてもよいし、または端縁面14ctおよび端縁面14ftの双方の位置が段差面14adの位置と一致するようにしてもよい。上部ヨーク14f、中間接続部14cおよび上部ポールチップ14aの各幅方向の中心は互いに一致している。

【0100】上部ポールチップ14aにおける先端部14a(1)の側縁面と段差面14adとが交わるコーナ部における角度 $\gamma$ は、例えば、90度ないし120度の範囲内となるようにするのが好適である。中間部14a(2)から先端部14a(1)に向かう磁束の流れを円滑化させるためである。なお、図17では、角度 $\gamma$ が、例えば約90度である場合を示している。

【0101】上部ヨーク14fの前側の一部は、中間接続部14cの一部と部分的にオーバーラップして磁氣的に連結され、また中間接続部14cの一部は、上部ポールチップ14aの後端部14a(3)の一部と部分的にオーバーラップして磁氣的に連結されている。一方、上部ヨーク14fの後方の一部は、開口部12kにおいて、磁路接続部14b、14dを介して下部磁極9とも磁氣的に連結されている(図17では図示せず。)。すなわち、上部磁極14(上部ポールチップ14a、中間接続

部14c、磁路接続部14b、14d、上部ヨーク14f)と下部磁極9とが接続されることにより、磁束の伝搬経路、すなわち磁路が形成されている。

【0102】絶縁膜パターン11は、その最前端的の位置P1が、上部ポールチップ14aにおける先端部14a(1)の延在領域内にあるようになっており、例えば、少なくとも上部磁極14および薄膜コイル16、19の双方の配設領域(磁路接続部14b、14dの配設領域を除く。)を含むような広範囲な領域に配設されている。絶縁膜パターン13は、その最前端的の位置P2が、例えば、絶縁膜パターン11の最前端的の位置P1よりも後退するようになっており、上部ポールチップ14aの後方部分の下方領域に配設されている。図9(A)、図12および図17では、例えば、絶縁膜パターン13の最前端的の位置P2が、上部ポールチップ14aの中間部14a(2)と後端部14a(3)との連結位置よりも後退している場合を示している。

【0103】図17に示したように、薄膜コイル16、19は、共に渦巻状の平面形状を有する巻線体である。薄膜コイル16の内側の終端部および外側の終端部には、それぞれコイル接続部16sおよび端子16xが形成されている。両者は、薄膜コイル16と一体をなすものである。薄膜コイル19の内側の終端部および外側の終端部には、それぞれコイル接続部19saおよび配線接続部19sbが形成されている。両者は、共に薄膜コイル19と一体をなすものである。薄膜コイル16、19は、コイル接続部16s、19saを介して電氣的に接続されている。また、配線接続部19sb上には中間接続パターン14eが形成されており、薄膜コイル16、19とコイル接続配線14fhとは、配線接続部19sbおよび中間接続パターン14eを介して電氣的に接続されている。端子16xおよびコイル接続配線14fhの後端部(図示せず)は、共に図示しない外部回路に接続されており、この外部回路によって薄膜コイル16、19に通電させることができるようになっている。

【0104】図9(A)、図12および図17から判るように、上部ポールチップ14aのうちの後端部14a(3)の後方部分以外の部分は平坦な記録ギャップ層12上に配設されており、後端部14a(3)の後方部分は絶縁膜パターン13の斜面部上に配設されている。

【0105】次に、図9(A)、図12および図17を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの作用について説明する。

【0106】まず、薄膜磁気ヘッドの基本的動作、すなわち、記録媒体に対するデータの記録動作および記録媒体からのデータの再生動作について簡単に説明する。

【0107】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録動作時に図示しない外部回路を通じて薄膜コイル16、19に電流が流れると、これに応じて磁束が発生する。このとき発生した磁束は、上部ヨーク14f



内をヨーク部14f(1)から接続部14f(2)へ伝搬し、上部ヨーク14fと磁氣的に連結されている中間接続部14cおよび上部ポールチップ14aの後端部14a(3)を経由して、さらに中間部14a(2)から先端部14a(1)へ伝搬する。先端部14a(1)へ伝搬した磁束は、さらにそのエアベアリング面90側の先端部分に到達し、記録ギャップ層12近傍の外部に記録用の信号磁界を発生させる。この信号磁界により、磁気記録媒体を部分的に磁化して、情報を記録することができる。

【0108】一方、再生時においては、再生ヘッド部のMR膜5にセンス電流を流す。MR膜5の抵抗値は、磁気記録媒体からの再生信号磁界に応じて変化するので、その抵抗変化をセンス電流の変化によって検出することにより、磁気記録媒体に記録されている情報を読み出すことができる。

【0109】次に、図9、図12および図17を参照して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの特徴的な作用および効果を説明する。

【0110】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、下部磁極9に設けた凹部9Jに、絶縁膜パターン11を配設している。この絶縁膜パターン11は、磁束の遮蔽材として機能し、その上方領域から下方領域に向かう磁束の流れ（磁束の漏れ）を抑制するものである。絶縁膜パターン11は、その最前端が、上部ポールチップ14aにおける先端部14a(1)の延在領域内に位置すると共に、その最前端の位置よりも後方の領域において、上部ポールチップ14aの配設領域を一部含み、幅方向および長さ方向にわたって広く延在している。この絶縁膜パターン11の存在により、絶縁膜パターン11の配設領域に対応する領域において、上部ポールチップ14a記録ギャップ層12を通過して下部磁極9へ磁束が伝搬することを抑制することができる。

【0111】これらのことから、この薄膜磁気ヘッドでは、図33に示した従来の薄膜磁気ヘッドとは異なり、薄膜コイル16、19によって発生した磁束を大きなロスなく上部ヨーク14fに十分に供給することができると共に、上部磁極14内の磁束の伝搬過程において、上部ポールチップ14aに流入した磁束を大きなロスなく先端部14a(1)に供給することができる。このため、先端部14a(1)の先端には必要十分な磁束が到達することとなる。したがって、優れたオーバーライト特性を確保することが可能となる。また、絶縁膜パターン11の存在により、記録ヘッド部以外への磁束の到達、例えば、再生ヘッド部のMR膜5への磁束の到達を抑制することができる。なお、絶縁膜パターン11は、上部ポールチップ14aから下部磁極9へ磁束が伝搬することを抑制すると同時に、下部磁極9から上部ポールチップ14aへ磁束が伝搬することをも抑制することができる。

【0112】また、本実施の形態では、図33に示した従来の薄膜磁気ヘッドにおける領域112Sに対応する

領域、すなわち上部ポールチップ14aの後端部14a(3)の一部と中間接続部14cの一部とがオーバーラップして接触している面（以下、単に「磁気連結面」という。）14Rに対応する領域14Sに、絶縁膜パターン11の他に、記録ギャップ層12と接するように絶縁膜パターン13を配設している。この絶縁膜パターン13もまた、絶縁膜パターン11の場合と同様に磁束の遮蔽材として機能し、磁束の漏れを抑制する。このように、磁束の漏れ傾向が顕著な領域14Sに絶縁膜パターン13を配設することにより、絶縁膜パターン11の磁束遮蔽効果とあいまって、領域14Sにおける磁束の漏れをより確実に抑制することができる。この点もまた、優れたオーバーライト特性の確保に寄与する。

【0113】また、本実施の形態では、上部ポールチップ14aを構成する先端部14a(1)、中間部14a(2)、後端部14a(3)のそれぞれの幅 $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ が $W1 < W2 < W3$ の関係となるようにしたので、上記の各部位の内部に収容できる磁束の許容量（以下、単に「磁気ボリューム」という。）をそれぞれ $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ とすると、各部位間の磁気ボリュームの関係もまた $V1 < V2 < V3$ となる。このため、上部ポールチップ14aに流量した磁束は、後端部14a(3)から中間部14a(2)を経由して先端部14a(1)に伝搬する過程において、磁気ボリュームの段階的な減少に応じて段階的に集束され、先端部14a(1)には十分な量の磁束が供給される。このように、上部ポールチップ14aを構成する各部位の磁気ボリュームを適正化することにより、磁束の伝搬過程における磁束の飽和現象が回避される。この点もまた、優れたオーバーライト特性の確保に寄与する。

【0114】また、本実施の形態では、絶縁膜パターン13の最前端の位置 $P2$ が、絶縁膜パターン11の最前端の位置 $P1$ よりも後退するようにしたので、上部ポールチップ14aにおける先端部14a(1)の磁気ボリュームを適正に確保することができる。このため、磁束の伝搬過程において、先端部14a(1)内における磁束の飽和を回避することができる。

【0115】また、本実施の形態では、上部磁極14（上部ポールチップ14a等）および下部磁極9の形成材料として、高飽和磁束密度を有するニッケル鉄合金、窒化鉄またはアモルファス合金（コバルト鉄合金、ジルコニウムコバルト鉄合金等）などを用いているので、上部磁極14および下部磁極9の内部における磁束の伝搬を円滑化することができる。これにより、特に、例えば絶縁膜パターン11の下方における下部磁極9の一部のように、磁路を構成する磁性層部分の一部の厚みが減少し、磁束の通過領域の面積が縮小したとしても、この部分における磁束の飽和を回避することができる。

【0116】また、本実施の形態では、絶縁膜パターン13の最前端近傍が斜面をなすようにしたので、この斜



面部の上方における上部ポールチップ14a内の磁束の流れを円滑化することができる。

【0117】また、本実施の形態では、中間接続部14cの前側の端縁面が、下地の平坦面に対して傾斜した斜面をなすようにしたので、中間接続部14cから上部ポールチップ14aへ流入する磁束の流れを円滑化することができる。

【0118】また、本実施の形態では、中間接続部14cおよび上部ヨーク14fのそれぞれの最前端が、エアベアリング面90の位置よりも後方に離れて位置するようにしたので、これらの部位からエアベアリング面90側に対して磁束が直接放出されることを回避することができる。このため、サイドイレース現象の発生を防止することができる。

【0119】また、本実施の形態では、研磨処理によって平坦化した下地上に上部ヨーク14fを形成するようにしたので、上部ヨーク14fを高精度に形成することができる。このような効果は、上部ヨーク14fの他、平坦な下地上に中間接続部14c、磁路接続部14dおよびコイル接続配線14fh等を形成する場合においても同様である。

【0120】＜薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する変形例＞なお、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上部ポールチップ14aを2度の露光工程を経て形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、3回以上の露光工程を経て形成するようにしてもよい。このような場合においても、上記実施の形態の場合と同様の効果を得ることができる。また、上部ポールチップ14a以外の磁性層部分、例えば中間接続部14c、磁路接続部14b、14d中間接続パターン14e、上部ヨーク14fおよびコイル接続配線14fh等の形成に関しては、必ずしも複数回の露光工程を経ることはなく、一度の露光工程を経て形成するようにしてもよい。上記のような複数回の露光工程を経る磁性層部分の形成方法は、極微小な幅を有する部分A（例えば先端部14a(1)）を含んで構成される磁性層部分（例えば上部ポールチップ14a）のうちの少なくとも部分Aを、斜面領域および平坦領域の双方を有する下地上の平坦領域上に形成する場合に有用である。磁性層部分の形成領域が平坦である場合には、形成工程を簡略化するため、この磁性層部分を一度の露光工程を経て形成するようにするのが好ましい。

【0121】また、本実施の形態では、マスク前駆層110や磁極部分100を加工する際のエッチング方法としてRIEを用いるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、イオンミリングを用いるようにしてもよい。ただし、上記したように、エッチング処理に要する時間を短縮しようとするならば、RIEを用いるようにするのが好適である。

【0122】また、本実施の形態では、薄膜磁気ヘッド

を構成する各磁性層部分のうちの上部磁極14（上部ポールチップ14a、上部ヨーク14f等）、下部シールド層3および上部シールド層7などを電解めっき法によって形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、下部磁極9を形成した場合と同様の手法によって上記の各磁性層部分を形成するようにしてもよい。スパッタリングによって形成するようにしてもよい。すなわち、例えば、スパッタリングによって所定の材料（例えば窒化鉄）よりなる前駆層を成膜したのち、所定の形状および材質を有するマスクを用いて、イオンミリングによって前駆層をパターニングする。なお、このような場合におけるエッチング方法としては、上記のイオンミリングの他、RIEを用いるようにしてもよい。RIEを用いる場合には、イオンミリングを用いる場合よりも、エッチング処理を短時間で行うことができる。また、特に、前駆層をパターニングするためのマスクの形成材料としてアルミナなどの無機絶縁材料を用いることにより、上記したアルミナよりなるマスク前駆層110の場合と同様の作用により、各磁性層部分を形成する際の不都合（磁性層部分の厚みの目減り等）を回避することができる。

【0123】また、本実施の形態では、フォトリソグラフィ処理によりフォトレジスト膜をパターニングすることによってマスク80a、80bを形成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではない。上記のような方法の他、例えば、電解めっき法によってめっき膜を成長させることによってマスク80a、80bを形成するようにしてもよいし、または前駆層を成膜したのち、この前駆層に対してエッチング処理を施してパターニングすることによってマスク80a、80bを形成するようにしてもよい。なお、このような場合における上記のめっき膜や前駆層の形成材料としては、上記実施の形態における上部ポールチップ14a等の形成材料と同様のものを用いるようにしてもよい。また、上記の前駆層の成膜法としては、スパッタリングや電解めっき法を用いるようにしてもよいし、上記のエッチング方法としては、イオンミリングやRIEを用いるようにしてもよい。

【0124】また、本実施の形態では、絶縁膜17、20の形成材料としてフォトレジストを用いるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、フォトレジストと同様に加熱時に流動性を示すポリイミド樹脂やSOG（Spin on glass）などを用いるようにしてもよい。

【0125】また、本実施の形態では、上部磁極14（上部ポールチップ14a、上部ヨーク14f等）や下部磁極9等の形成材料として、高飽和磁束密度を有するパーマロイ、窒化鉄またはアモルファス合金等を用いるようにしたが、これらの他、例えばニッケルコバルト鉄合金（FeCoNi）を用いるようにしてもよい。この

ような場合には、例えば、ニッケルコバルト鉄合金中の各金属成分の割合を $\text{Fe}:\text{Co}:\text{Ni}=40\text{重量}\%:30\text{重量}\%:30\text{重量}\%$ 程度とするのが好適である。このような組成を有するニッケルコバルト鉄合金は、上記のパーマロイ等と同等またはそれ以上の高い飽和磁束密度を有するものである。

【0126】また、本実施の形態では、下部シールド層3および上部シールド層7の形成材料として $\text{Ni}:\text{Fe}=80:20$ （重量%）の組成を有するパーマロイを用いるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、窒化鉄やアモルファス合金（コバルト鉄、ジルコニウムコバルト鉄等）を用いるようにしてもよいし、または上記したような組成を変更したパーマロイ（例えば $\text{Ni}:\text{Fe}=45\text{重量}\%:55\text{重量}\%$ 等）を用いるようにしてもよい。

【0127】また、本実施の形態では、記録ギャップ層12の形成材料としてアルミナを用い、またその形成手法としてスパッタリングを用いるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではない。記録ギャップ層12の形成材料としては、アルミナの他、例えば窒化アルミニウム（ $\text{AlN}$ ）、シリコン酸化物、シリコン窒化物などの無機絶縁材料を用いるようにしてもよいし、またはタンタル（ $\text{Ta}$ ）、チタニウム（ $\text{Ti}$ ）、窒化チタン（ $\text{TiN}$ ）などの非磁性金属を用いるようにしてもよい。また、記録ギャップ層12の形成方法としては、スパッタリングの他、CVD（Chemical Vapor Deposition）法を用いるようにしてもよい。このような方法を用いて記録ギャップ層12を形成することにより、ギャップ層内にピンホールなどが含有されることを抑制できる。したがって、この点もまた、記録ギャップ層12を介する磁束の漏れ現象の回避に寄与する。

【0128】＜薄膜磁気ヘッドの構造に関する変形例＞  
なお、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、図12に示したように、絶縁膜パターン13が、磁気連結面14Rに対応する領域14S（図9参照）、すなわち上部ポールチップ14aにおける後端部14a(3)の一部の下方領域にのみ配設されるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図18に示したように、後端部14a(3)から先端部14a(1)にかけての領域に延在して配設されるようにしてもよい。このような場合には、絶縁膜パターン13の存在により、絶縁膜パターン13の配設範囲に対応したより広い領域における上部ポールチップ14aから下部磁極9への磁束の漏れを抑制することができる。なお、絶縁膜パターン13の配設領域を拡張する場合には、上記したように、その最前端が、絶縁膜パターン11の最前端の位置よりも後側にずれて位置するようにする。先端部14a(1)の磁気ボリュームを適正に確保し、その内部における磁束の飽和を回避するためである。

【0129】また、本実施の形態では、図12に示した

ように、上部ポールチップ14aが、互いに異なる幅を有する先端部14a(1)、中間部14a(2)、後端部14a(3)の3つの部位によって構成されるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、上部ポールチップ14a内の磁束の伝搬を阻害しない限り、上部ポールチップ14aの構成を自由に変更することが可能である。具体的には、例えば、図19に示したように、上部ポールチップ14aの代わりに、2つの部位、すなわち、先端部14a(1)に対応する先端部114a(1)とこの先端部114a(1)よりも大きな幅を有する後端部114a(2)とによって構成される上部ポールチップ114aを用いるようにしてもよい。このような場合においても、上部ポールチップ114aを構成する各部位の磁気ボリュームを調整することにより、上部ポールチップ14aを用いる場合とほぼ同等の効果を達成することができる。なお、図12および図19では、上部ポールチップ14aおよび上部ポールチップ114aのそれぞれの各部位が矩形状をなしている場合を示しているが、必ずしもこれに限られるものではなく、矩形状以外の形状をなすようにしてもよい。

【0130】また、本実施の形態では、図12に示したように、エッチング処理によって磁極部分100を形成する際に、その周辺領域における記録ギャップ層12、下部磁極9および絶縁膜パターン11もエッチングして全体に掘り下げるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図19に示したように、絶縁膜パターン13の最前端の位置よりも前側の領域のみを掘り下げるようにしてもよい。もちろん、図19において、上部ポールチップ114aの代わりに上部ポールチップ14aを用いるようにしてもよい。なお、図19において、上記した点以外の構造は、図12の場合と同様である。

【0131】また、本実施の形態では、上部ヨーク（14f）がパーマロイの単層構造からなる場合について説明したが（図9参照）、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば図20に示したように、上部ヨークが、例えばパーマロイなどの高飽和磁束密度材層91と、例えばアルミナなどの無機絶縁材層92とが交互に積層された構造よりなる（214f）ようにしてもよい。上部ヨークをこのような構造とすることにより、磁路における渦電流の発生を防止し、高周波特性を向上させることができる。なお、図20において、上部ヨーク214f以外の部分は、上記の図9の場合と同様である。

【0132】また、本実施の形態では、上部シールド層7および下部磁極9を別体として形成し、両者の間に絶縁膜8を配設するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、両者の間に絶縁膜8を配設しないようにしてもよい。このような場合には、上部シールド層7および下部磁極9を一体として形成し、単層となるようにしてもよい。

【0133】また、本実施の形態では、薄膜コイル16、19のそれぞれの内側の終端部にコイル接続部16s、19saを配設し、薄膜コイル19の外側の終端部に配線接続部19sbを配設するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、コイル接続部16、19saの配設位置を内側から外側へ変更し、また配線接続部19sbの配設位置を外側から内側へ変更するようにしてもよい。このような場合には、配線接続部19sbの配設位置の変更と共に、中間接続パターン14eおよびコイル接続配線14fhの配設位置も同様に変更するようにするのが好ましい。

【0134】〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0135】まず、図21～図27を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する。なお、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法によって具現化されるので、以下併せて説明する。図21～図24において、(A)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、

(B)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。図25～図27は、主要な製造工程に対応する斜視図である。ここで、図25は図21に示した状態に対応し、図26は図22に示した状態に対応し、図27は図24に示した状態に対応する。ただし、図25では、図21における薄膜コイル41および絶縁膜42等の図示を省略し、図26では、図22における薄膜コイル41、絶縁膜42、44pの図示を省略し、図27では、図24における薄膜コイル41、絶縁膜42、44およびオーバーコート層45等の図示を省略している。なお、図21～図27において、各図中のX、Y、Z軸方向に関する表記は、上記第1の実施の形態の場合と同様とし、また各図中の上記第1の実施の形態における構成要素と同一部分には同一の符号を付すものとする。

【0136】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法において、図21における記録ギャップ層12（開口部12kの形成を含む）を形成するところまでの工程は、上記第1の実施の形態における図1に示した工程までと同様であるので、その説明を省略する。

【0137】本実施の形態では、記録ギャップ層12を形成したのち、図21および図25に示したように、絶縁膜パターン11の上方における平坦な記録ギャップ層12上に、例えば電解めっき法により、例えば銅(Cu)よりなる誘導型の記録ヘッド用の薄膜コイル41を約1.0～1.5μmの厚みで選択的に形成する。この薄膜コイル41は、例えば上記第1の実施の形態における薄膜コイル16と同様の構造的特徴を有するものである。なお、図21では、薄膜コイル16の一部分のみを図示している。薄膜コイル41を形成する際には、同時に、例えば、その内側の終端部における記録ギャップ層

12上に、配線接続部41sを薄膜コイル41と一体に形成する。この配線接続部41sは、薄膜コイル41と後工程において形成されるコイル接続配線43fh（図24.(A)参照）とを電氣的に接続させるためのものである。ここで、配線接続部41sが、本発明における「コイル端部」の一具体例に対応する。

【0138】次に、図21および図25に示したように、薄膜コイル41（配線接続部41sを含む）の各巻線間およびその周辺領域に、例えばフォトレジストよりなる絶縁膜42を高精度のフォトリソグラフィ処理により所定のパターンとなるように形成する。なお、絶縁膜42の構造的特徴および形成方法は、上記第1の実施の形態における絶縁膜17、20の場合と同様である。

【0139】次に、図21および図25に示したように、薄膜コイル41の配設領域よりも前側の平坦な記録ギャップ層12上に、例えばフレームめっき法により、上部磁極43の一部を構成する上部ポールチップ43aを約2.5～3.5μmの厚みで選択的に形成する。この上部ポールチップ43aは、例えば、後述する図28に示したような平面形状を有するものであり、先端部43a(1)と、中間部43a(2)と、幅方向に分離して配置された右後端部43a(3)Rおよび左後端部43a(3)Lによって構成された後端部43a(3)とを含んでいる。上部ポールチップ43aの構造的特徴については後述する。上部ポールチップ43aを形成する際には、同時に、上部磁極43の一部を構成する磁路接続部43bを開口部12kに形成すると共に、配線接続部41s上に中間接続パターン43eを形成する（図25では、磁路接続部43bおよび中間接続パターン43eを図示せず。）。この中間接続パターン43eは、薄膜コイル41と後工程において形成されるコイル接続配線43fhとを電氣的に接続させるためのものである。

【0140】ここで、上部ポールチップ43aが、本発明における「第1の磁性層部分」の一具体例に対応し、磁路接続部43bが、本発明における「第3の磁性層部分」の一具体例に対応する。また、先端部43a(1)が、本発明における「一定幅部分」の一具体例に対応し、中間部43a(2)が、本発明における「連結部分」の一具体例に対応し、後端部43a(3)が、本発明における「接続部分」の一具体例に対応する。さらに、中間接続パターン43eが、本発明における「コイル接続パターン」の一具体例に対応し、薄膜コイル41、配線接続部41sおよび中間接続パターン43eが、本発明における「薄膜コイル部」の一具体例に対応する。

【0141】フレームめっき法によって上部ポールチップ43aを形成する際には、上記第1の実施の形態において上部ポールチップ14aを形成した場合とは異なり、例えば、フォトレジストパターンを形成するためのフォトレジスト膜に対する露光処理を一括して行うようにする。本実施の形態では、上部ポールチップ43a全

体が平坦な記録ギャップ層12上に形成されることとなるので、フォトレジスト膜を露光する際の下地から反射する反射光による悪影響が少ないからである。このようなフォトレジストパターンの形成方法に関する詳細については、後述する。なお、上部ポールチップ43a、磁路接続部43bおよび中間接続パターン43eの形成材料としては、上記第1の実施の形態における上部ポールチップ14a等の場合と同様に、例えばパーマロイ(Ni:Fe=45重量%:55重量%)などの高飽和磁束密度を有する磁性材料を用いるようにする。

【0142】次に、図22および図26に示したように、上部ポールチップ43aと絶縁膜42の最前端の位置よりも後側の領域に選択的に形成した図示しないフォトレジスト膜とをマスクとして、上記第1の実施の形態において磁極部分100を形成した場合と同様のRIEにより、全体に約0.3~0.4μm程度エッチングする。このエッチング処理により、絶縁膜42の最前端の位置よりも前側の領域における上部ポールチップ43aの周辺の記録ギャップ層12、下部磁極9および絶縁膜パターン11が選択的に除去され、一様に掘り下げられる。このとき、上部ポールチップ43aのうちの2つの後端部、すなわち右後端部43a(3)Rおよび左後端部43a(3)Lと中間部43a(2)とによって囲まれた領域14Yに対応する記録ギャップ層12および絶縁膜パターン11のそれぞれの一部ももちろん除去される。このエッチング処理により、トリム構造を有する磁極部分200が形成される。

【0143】次に、図22および図26に示したように、全体を覆うように、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナ層44pを約3.0~4.0μmの厚みで成膜して、上部ポールチップ43a、磁路接続部43b、中間接続パターン43eおよび薄膜コイル41等によって構成された凹凸領域を埋設する。

【0144】次に、例えばCMP法によってアルミナ層44pの表面全体を研磨して平坦化することにより、図23に示したように、薄膜コイル41等を埋設する絶縁膜44を形成する。このときの研磨処理は、上部ポールチップ43a、磁路接続部43bおよび中間接続パターン43eが露出するまで行う。上部ポールチップ43aの後側の領域43Sには、絶縁膜44の一部が埋め込まれることとなる。ここで、絶縁膜42、44が、本発明における「コイル埋設層」の一具体例に対応し、絶縁膜パターン11および絶縁膜42、44が、本発明における「絶縁層」の一具体例に対応する。

【0145】次に、図24に示したように、磁路接続部43bの上方から上部ポールチップ43aの後端部43a(3)の上方にかけての領域に、上部磁極43の一部を構成する上部ヨーク43fを約2.0~3.0μm程度の厚みで選択的に形成する。この上部ヨーク43fは、例えば、上記第1の実施の形態における上部ヨーク14

fとほぼ同様の構造的特徴を有するものである。上部ヨーク43fを形成する際には、同時に、中間接続パターン43eの上方から図示しない外部回路にかけての領域にコイル接続配線43fhを選択的に形成する。上部ヨーク43fおよびコイル接続配線43fhの形成材料および形成方法等は、上記第1の実施の形態において上部ポールチップ43a等を形成した場合と同様である。なお、上部ヨーク43fを形成する際には、例えば、その最前端の位置が、上部ポールチップ43aにおける中間部43a(2)の最後端の位置と一致するようにすると共に、少なくともその前側の端縁面が斜面をなすようにする。このときの上部ヨーク43fの周辺における立体的構造は、図27に示したようになる。ここで、上部ヨーク43fが、本発明における「第2の磁性層部分」の一具体例に対応し、上部ポールチップ43a、磁路接続部43bおよび上部ヨーク43fによって構成される上部磁極43が、本発明における「第1の磁性層」の一具体例に対応する。

【0146】次に、図24に示したように、全体を覆うようにして、例えばスパッタリングにより、例えばアルミナよりなるオーバーコート層45を形成したのち、機械加工や研磨工程によってエアベアリング面90を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0147】図28は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法により製造された薄膜磁気ヘッドの平面構造の概略を表すものである。図28において、上記第1の実施の形態における図13に示した構成要素と同一部分には同一の符号を付すものとする。なお、図28では、絶縁膜42、44およびオーバーコート層45等の図示を省略している。また、薄膜コイル41については、その最外周部分のみを図示している。図24(A)は、図28におけるXXIVA-XXIVA線に沿った矢視断面に相当する。

【0148】図28に示したように、上部磁極43は、例えば、それぞれ別個に形成された上部ポールチップ43a、磁路接続部43bおよび上部ヨーク43fによって構成されている。上部ヨーク43fは、上記第1の実施の形態における上部ヨーク14f(図9参照)と同様の平面形状を有するものであり、上部ヨーク14fのヨーク部14f(1)および接続部14f(2)のそれぞれに対応するヨーク部43f(1)および接続部43f(2)を含んでいる。上部ヨーク43fの前側の端縁面43ftの位置は、例えば、上部ポールチップ43aの最後端の位置とほぼ一致している。

【0149】上部ポールチップ43aは、エアベアリング面90側から順に、上記第1の実施の形態における上部ポールチップ14aの先端部14a(1)、中間部14a(2)、後端部14a(3)(図9参照)に対応する先端部43a(1)、中間部43a(2)、後端部43a(3)を含んでいる。これらの各部位の各幅方向の中心は互いに

一致している。先端部43a(1)は、長さ方向においてほぼ一定の幅を有している。中間部43a(2)は、例えば、先端部43a(1)の幅より大きな幅を有する前部分とこの前部分の幅よりも大きな幅を有する後部分とを含んでいる。後端部43a(3)は、例えば、幅方向に分離して配置された2つの部位、すなわち右後端部43a(3)Rおよび左後端部43a(3)Lを含んでいる。右後端部43a(3)Rおよび左後端部43a(3)Lは、例えば、先端部43a(1)および中間部43a(2)の中心を通る中心線Aに関して対象な位置に配設されており、それぞれの形状は、中心線Aを基準として左右対称になっている。これらの2つの部位によって規定される後端部43a(3)の幅は、例えば中間部43a(2)の後部分の幅とほぼ一致している。先端部43a(1)と中間部43a(2)との連結部分には幅方向の段差が形成されており、この連結部分における中間部43a(2)側の段差面43adは、例えば、TH0位置(またはMRH0位置)よりも後方にずれて位置している。図24に示したように、上部ポールチップ43aは、平坦な記録ギャップ層12上に延在している。

【0150】図24(A)および図28に示したように、上部ヨーク43fは、開口部12kにおいて磁路接続部43bを介して下部磁極9と磁気的に連結されると共に、図24(A)、図27および図28に示したように、上部ポールチップ43aの一部(後端部43a(3))とも部分的にオーバーラップして磁気的に連結されている。すなわち、上部磁極43(上部ポールチップ43a、磁路接続部43b、上部ヨーク43f)と下部磁極9とが接続されることにより磁路が形成されている。

【0151】図28に示したように、薄膜コイル41および配線接続部41sは、例えば、上記第1の実施の形態における薄膜コイル16およびコイル接続部16sと同様の構造的特徴を有するものである。薄膜コイル41は、中間接続パターン43eを介してコイル接続配線43fhと電気的に接続されている。薄膜コイル41の外側の終端部に設けられた端子41xとコイル接続配線43fhの後方の一部(図示せず)とは図示しない外部回路に接続されており、この外部回路を通じて薄膜コイル41を通电させることができるようになっている。

【0152】なお、図28に示した上記以外の配設物に関する構造的特徴は、上記第1の実施の形態の場合(図13)と同様である。

【0153】本実施の形態では、図9に示したように、上記第1の実施の形態の場合とは異なり、領域14Sに対応する領域、すなわち、上部ポールチップ43aの後端部43a(3)と上部ヨーク43fとがオーバーラップして接触している磁気連結面43Rに対応する領域43Sに磁極部分200を形成するためのエッチング処理を行う際に絶縁膜パターン13を配設していない。本実施の形態では、領域43Sの一部である領域43Yに、薄

膜コイル41等を埋設する絶縁膜44の一部を埋め込むようにしている。領域43Yに埋め込まれた絶縁膜44の一部は、絶縁膜パターン13の代わりに、領域43Sにおける磁束の漏れを抑制する役割を担う。このため、領域43Yに埋め込まれた絶縁膜44の存在により、絶縁膜パターン13を配設しなくても、以下のような作用によって領域43Yにおける磁束の漏れを抑制することができる。すなわち、領域43Sにおける磁束の漏れ傾向は、特に、その中心領域(領域43Yを含む領域)において顕著となる。なぜなら、上部ヨーク43fから上部ポールチップ43aへの磁束の伝搬過程において、磁束は領域43Sの中心領域に集中して流れるからである。このため、領域43Yに絶縁膜44の一部を埋め込むことにより、上記の中心領域における磁束の集中を抑制することができる。

【0154】また、本実施の形態では、図9、図27および図28に示したように、上部ポールチップ43aの後端部43a(3)が、幅方向に分離して配置された2つの部位(右後端部43a(3)R、左後端部43a(3)L)によって構成されるようにしたので、以下のような作用により、オーバーライト特性を向上させることができる。すなわち、情報の記録動作時において薄膜コイル41において発生した磁束は、上部ヨーク43f内を伝搬し、上部ポールチップ43aの後端部43a(3)Rおよび後端部43a(3)Lにほぼ均等に流入する。そして、双方の部位に流入した磁束は、中間部43a(2)に伝搬してそこで合流し、さらに、先端部43a(1)に伝搬する。このような磁束の伝搬経路を構成することにより、特に、磁気ボリュームの大きな領域(後端部43a(3))から小さな領域(中間部43a(2))に磁束が流入する際の磁束の飽和現象を抑制することができる。このため、上部ポールチップ43aの内部における磁束の伝搬ロスを低減し、上部ポールチップ43aの先端部43a(1)に必要な充分な量の磁束が到達できるようにすることができる。

【0155】また、本実施の形態では、薄膜コイル41の端部に設けられた配線接続部41sの上方に、上部ポールチップ43aを形成する工程と同一の工程によって中間接続パターン43eを形成するようにしている。このため、上記の第1の実施の形態において中間接続パターン14e(図8および図9参照)を形成した場合と同様の作用により、薄膜コイル41とコイル接続配線43fhとを接続させるための工程を簡略化し、製造工程を削減することができる。

【0156】また、本実施の形態では、上部ヨーク43fの前側の端縁面が斜面をなすようにしたので、上部ヨーク43fから上部ポールチップ43aへ流入する磁束の流れを円滑化することができる。

【0157】次に、図29を参照して、本実施の形態における上部ポールチップ43aの形成方法について詳細

に説明する。

【0158】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上記第1の実施の形態における上部ポールチップ14aを形成した場合は異なり、フォトレジスト膜に対して一度の露光処理を施すことにより、上部ポールチップ43aの形成に用いるフォトレジストパターンを形成するようにしている。上部ポールチップ43aの配設領域における下地（記録ギャップ層12）が平坦であるような場合には、一度の露光工程を経ることにより、上部ポールチップ43aを精度よく形成することができる。以下、この点を中心として説明する。

【0159】図29において、(A)は、露光工程において使用するフォトマスク51の平面形状を表し、

(B)は、露光工程により露光されるフォトレジスト膜151の領域（露光領域151y）を表すものである。

(C)は、(B)に示した露光領域151yを現像することにより得られるフォトレジストパターン152の平面形状を表すものであり、(D)は、フォトレジストパターン152を用いて形成される上部ポールチップ43aの平面形状を表すものである。

【0160】図29(A)に示したフォトマスク51は、上部ポールチップ43aの平面形状に対応する形状を有する開口部51xを備えている。本実施の形態における露光工程では、まず、このフォトマスク51を用いて露光処理を行うことにより、図29(B)に示したように、フォトレジスト膜151には、開口部51xに対応する平面形状を有する露光領域151yが形成される。このときの露光処理は平坦な下地上で行われるため、下地から横方向や斜め方向に反射する反射光の発生が抑制され、これに伴って露光領域の拡大傾向も抑制されることとなる。特に、本実施の形態では、上部ポールチップ43aの後方領域に窪み部分（領域43Y；図29(D)参照）を設けているので、フォトマスク51のうちの上記の窪み部分に対応する部分51aが遮光部となり、フォトレジスト151のうちの領域43Sに対応する部分に対して照射される照射光の総量が少なくなる。このため、下地から反射する反射光の光量も少なくなり、結果的に、この反射光に起因する露光領域の拡大傾向が抑制される。すなわち、フォトレジスト膜151に対して高精度な露光を行うことが可能となり、特に、フォトレジスト膜151のうち、上部ポールチップ43aの先端部43a(l)に対応する部分の露光領域の拡大を効果的に防止することができる。

【0161】次に、フォトレジスト膜151の露光領域151yを現像することにより、図29(C)に示したように、開口部152zを有するフォトレジストパターン152を形成する。この開口部152zの平面形状は、上部ポールチップ43aの平面形状に対応するものである。次に、フォトレジストパターン152を用いてめっき工程を行うことにより、上部ポールチップ43a

(図29(D))が形成される。このようにして形成された上部ポールチップ43aの先端部43a(l)は、上記第1の実施の形態における上部ポールチップ14aの先端部14a(l)と同様の形状的特徴を有することとなる。すなわち、上部ポールチップ43aの先端部43a(l)もまた、その全域にわたって極微小な一定幅を有することとなる。

【0162】なお、上部ポールチップ43aを形成する場合には、必ずしも一度の露光工程を経なければならないものではなく、例えば、上記第1の実施の形態およびその変形例において説明したように、2回またはそれ以上の回数の露光工程を経て上部ポールチップ43aを形成するようにしてもよい。特に、本実施の形態においても、フォトレジスト膜151のうち、上部ポールチップ43aの先端部43a(l)に対応する部分の露光処理を他の部分（中間部43a(2)等）とは別個に行うことにより、フォトレジスト膜151に照射される照射光の絶対量を低減させることができるので、結果として上部ポールチップ43aの先端部43a(l)をより高精度に形成することができる。

【0163】なお、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する上記以外の作用、効果および変形例等は、上記第1の実施の形態の場合と同様であるので、その説明を省略する。

【0164】以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記第2の実施の形態では、上記第1の実施の形態における絶縁膜パターン13（図12参照）を配設しないようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、図30に示したように、上部ポールチップ43aにおける後端部43a(3)の下方領域に絶縁膜パターン13を設け、後端部43a(3)の一部が絶縁膜パターン13上に乗り上げるようにしてもよい。このような場合には、第1および第2の実施の形態において説明したそれぞれの場合の磁束の漏れに対する抑制効果を共に享受することができる。したがって、薄膜磁気ヘッドのオーバーライト特性をより向上させることができる。なお、このような場合には、必ずしも上部ポールチップ43aの一部が絶縁膜パターン13上に乗り上げるようにしなければならないものではなく、例えば、絶縁膜パターン13の前側領域における平坦面上に上部ポールチップ43a全体が配設されるようにしてもよい。

【0165】また、例えば、上記各実施の形態およびその変形例では、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明したが、本発明は、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッドや記録・再生兼用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。また、本発明は、書き込み用の素子と読み出し用の素子の積層順序を逆転させた構造の薄

膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0166】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請求項11のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項12ないし請求項24のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の磁性層のギャップ層に接する側の一部に設けられた凹部に、絶縁層の一部をなすと共にその最前端の位置が絶縁層の最前端の位置を規定する第1の非磁性パターンを埋設すると共に、その最前端が第1の磁性層部分の延在領域のうちの一定幅部分の延在領域内に位置するようにしたので、この第1の非磁性パターンの存在によって、その上方領域から下方領域への磁束の伝搬、すなわち磁束の漏れが抑制され、磁束の伝搬過程における磁束の伝搬ロスを低減することができる。したがって、優れたオーバーライト特性を確保することができるという効果を奏する。

【0167】特に、請求項2記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、さらに、ギャップ層における第1の非磁性パターンが接する面とは反対側の面に接するように絶縁層の一部をなす第2の非磁性パターンを延在させるようにしたので、この第2の非磁性パターンの存在によって、第1の磁性層と第2の磁性層との間での磁束の伝搬を抑制し、特に、第1の磁性層から第2の磁性層への磁束の伝搬を抑制することができるという効果を奏する。この点でも、優れたオーバーライト特性の確保に寄与することとなる。

【0168】また、請求項3記載の薄膜磁気ヘッドによれば、第2の非磁性パターンの最前端近傍の表面がギャップ層の表面に対して傾斜した斜面をなすようにしたので、この第2の非磁性パターンの上方における第1の磁性層部分内の磁束の流れを円滑化させることができるという効果を奏する。

【0169】また、請求項4記載の薄膜磁気ヘッドによれば、第2の非磁性パターンの最前端の位置が第1の非磁性パターンの最前端の位置よりも長さ方向に後退しており、第1の磁性層部分がギャップ層の平坦な領域上から第2の非磁性パターンの斜面上にかけて延在するようにしたので、第1の磁性層部分の一定幅部分における磁気ボリュームを確保しつつ、第2の非磁性パターンの配設領域における第1の磁性層部分から第2の磁性層への磁束の伝搬を抑制することができるという効果を奏する。

【0170】また、請求項7記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項19記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層部分における連結部分と少なくとも2つの接続部分とによって囲まれた領域に絶縁層のうちの一部分が埋め込まれるようにしたので、第1の磁性層部分から第2の磁性層への磁束の伝搬を抑制することができる。すなわち、上記の領域に埋め込まれた絶縁層の一部

によって磁束の漏れが抑制されるという効果を奏する。この点でも、優れたオーバーライト特性の確保に寄与することとなる。

【0171】また、請求項9記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項22記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層および第2の磁性層のうちの少なくとも一方が、ニッケル鉄合金または窒化鉄のいずれかを含む材料よりなるようにしたので、第1の磁性層および第2の磁性層のうちの少なくとも一方の内部における磁束の伝搬を円滑化させることができるという効果を奏する。

【0172】また、請求項10または請求項11に記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項23または請求項24に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層および第2の磁性層のうちの少なくとも一方が、コバルト鉄合金またはジルコニウムコバルト鉄合金などのアモルファス合金を含む材料よりなるようにしたので、第1の磁性層および第2の磁性層のうちの少なくとも一方の内部における磁束の伝搬を円滑化させることができるという効果を奏する。

【0173】また、請求項17記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の非磁性パターンの最前端近傍の表面がギャップ層の表面に対して傾斜した斜面をなし、この第2の非磁性パターンの斜面上に第1の磁性層部分の連結部分および接続部分のうちの少なくとも一部が配設される場合において、第1の磁性層部分を形成する工程が、少なくともギャップ層の平坦な領域および第2の非磁性パターンの斜面領域を覆うようにしてフォトレジスト層を形成する工程と、ギャップ層の平坦な領域におけるフォトレジスト層のうち、一定幅部分の平面形状に対応する領域を含む第1の領域を選択的に露光する第1の露光工程と、第2の非磁性パターンの斜面領域からギャップ層の平坦な領域にかけての領域におけるフォトレジスト層のうち、少なくとも、連結部分および接続部分の平面形状に対応する第2の領域を選択的に露光する第2の露光工程と、フォトレジスト層のうちの第1の領域および第2の領域の双方の領域を一括して現像することによりフォトレジストパターンを形成する工程と、フォトレジストパターンを用いて一定幅部分、連結部分および接続部分を一体に形成する工程とを含むようにしたので、平坦でない下地上に第1の磁性層部分を形成する場合においても、フォトリソグラフィ工程における下地からの反射光による悪影響を回避し、第1の磁性層部分を高精度に形成することができるという効果を奏する。

【0174】また、請求項18記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の露光工程において、第1の領域と第2の領域とが部分的に重複するようにしたので、フォトリソグラフィ工程において下地からの反射光による影響を受けた場合においても、第1の磁性層部分をほ



ば設計通りの形状となるように形成することができるという効果を奏する。

【0175】また、請求項21記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、さらに、第1の磁性層部分を形成すると同時に、第3の磁性層部分を形成すると共に薄膜コイル部の端部に設けられたコイル端部上に薄膜コイル部の一部をなすコイル接続パターンを形成する工程と、少なくとも第1の磁性層部分、第3の磁性層部分およびコイル接続パターンを覆うように絶縁層の一部をなすコイル埋設層を形成する工程と、少なくとも第1の磁性層部分、第3の磁性層部分およびコイル接続パターンが露出するまでコイル埋設層の表面を研磨して平坦化させる工程と、研磨後の平坦面上に、第1の磁性層部分および第3の磁性層部分の双方の露出面と磁気的に連結するように第2の磁性層部分を形成すると同時にコイル接続パターンの露出面と電気的に接続するように導電層パターンを形成する工程とを含むようにしたので、コイル端部上にコイル接続パターンを形成しない場合とは異なり、コイル端部と導電層パターンとを電気的に接続させるためにコイル埋設層の一部を除去して開口部分を形成する工程が不要となる。したがって、製造工程数を削減することができるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】図4に示した断面図に対応する斜視図である。

【図11】図5に示した断面図に対応する斜視図である。

【図12】図9に示した断面図に対応する斜視図である。

【図13】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における上部ポールチップの形成工程を

説明するための平面図である。

【図14】図13に続く工程を表す平面図である。

【図15】第1の実施の形態に対する比較例の問題点を説明するための他の平面図である。

【図16】第1の実施の形態の作用を説明するための平面図である。

【図17】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面構造を表す平面図である。

【図18】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの変形例を表す斜視図である。

【図19】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの他の変形例を表す斜視図である。

【図20】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのさらに他の変形例を表す斜視図である。

【図21】本発明の第1の実施の形態における第2のマスクの形成方法の変形例を説明するための斜視図である。

【図22】図21に続く工程を説明するための斜視図である。

【図23】図22に続く工程を説明するための斜視図である。

【図24】図23に続く工程を説明するための斜視図である。

【図25】図21に示した断面図に対応する斜視図である。

【図26】図22に示した断面図に対応する斜視図である。

【図27】図24に示した断面図に対応する斜視図である。

【図28】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面構造を表す平面図である。

【図29】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における上部ポールチップの形成工程を説明するための平面図である。

【図30】本発明の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの変形例を表す斜視図である。

【図31】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一工程を説明するための断面図である。

【図32】図31に続く工程を説明するための断面図である。

【図33】図32に続く工程を説明するための断面図である。

【図34】従来の薄膜磁気ヘッドの要部構造を表す断面図である。

【図35】図34に示した薄膜磁気ヘッドにおける磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示す断面図である。

【図36】従来の薄膜磁気ヘッドの構造を示す平面図である。

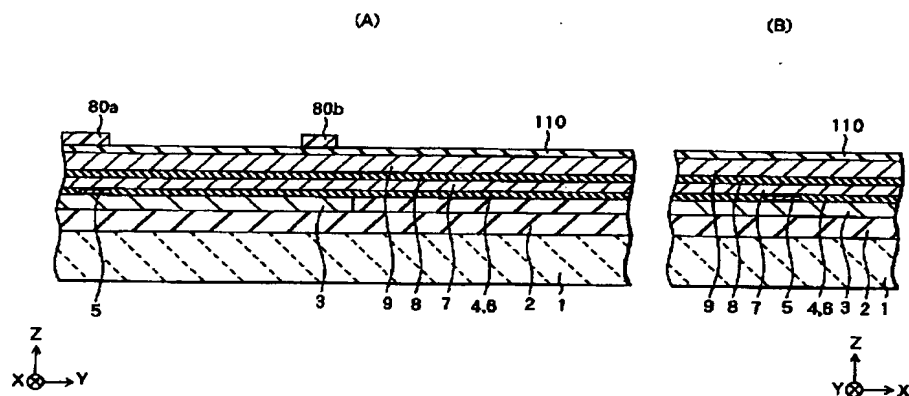
【符号の説明】



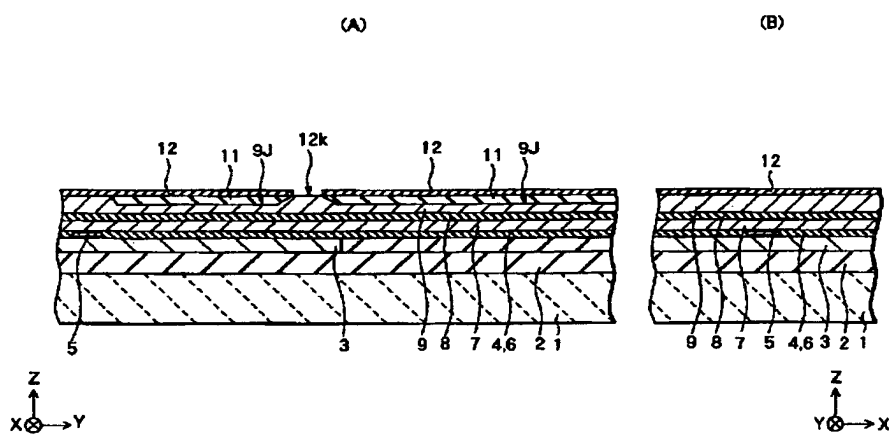
1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、4、6…シールドギャップ膜、5…MR膜、7…上部シールド層、9…下部磁極、8、11、15、17、18、18p、20、21、21p、42、44、44p…絶縁膜、9J…凹部、10a、10b…パターンマスク、11、13…絶縁膜パターン、12…記録ギャップ層、12k、18k…開口部、14、43…上部磁極、14a、43a…上部ポールチップ、14a(1)、43a(1)…先端部、14a(2)、43a(2)…中間部、14a(3)、43a(3)…後端部、14b、14d、43b…磁路接続部、14c…中間接続部、14f、43f、214f…上部ヨーク、14f(1)、43f(1)…ヨーク部、14f(2)、43f(2)…接続部、14e、43e…中間接続パターン、14fh、43fh…コイル接

続配線、14R、43R…磁気連結面、16、19、41…薄膜コイル、16s、19sa…コイル接続部、19sb、41s…配線接続部、22、45…オーバーコート層、31…第1のフォトマスク、31x、32x、51x、133z、152z…開口部、32…第2のフォトマスク、43a(3)R…右後端部、43a(3)L…左後端部、51…フォトマスク、80a、80b…マスク、90…エアベアリング面、91…高飽和磁束密度材層、92…無機絶縁材層、100、200…磁極部分、110…マスク前駆層、131、151…フォトレジスト膜、131y…第1の露光領域、132y…第2の露光領域、133、152…フォトレジストパターン、133y…合成露光領域、151y…露光領域、TH…スロートハイト、MRH…MRハイト。

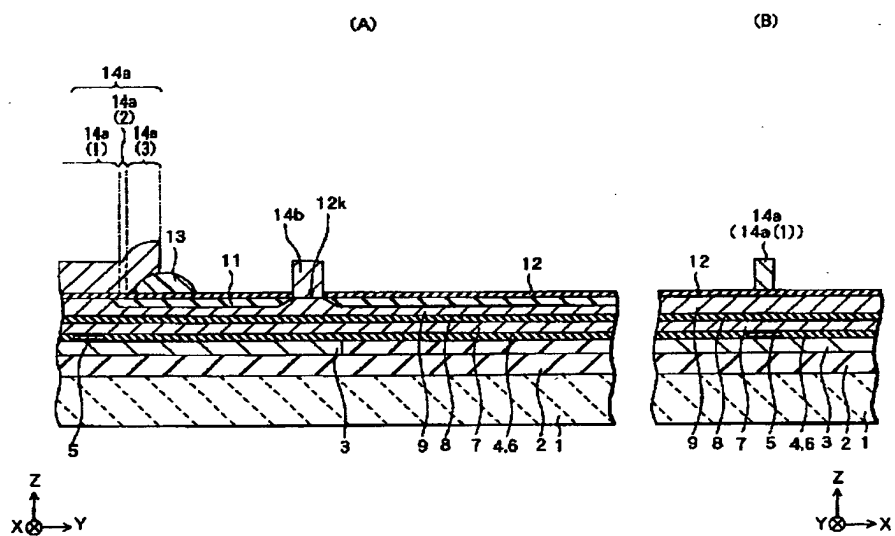
【図 1】



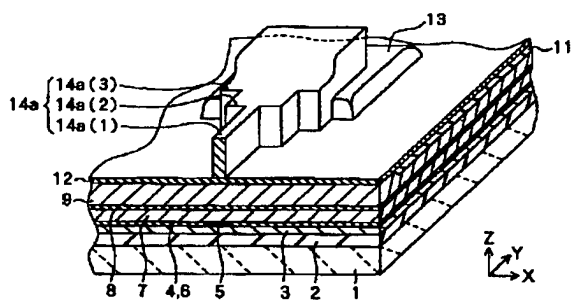
【図3】



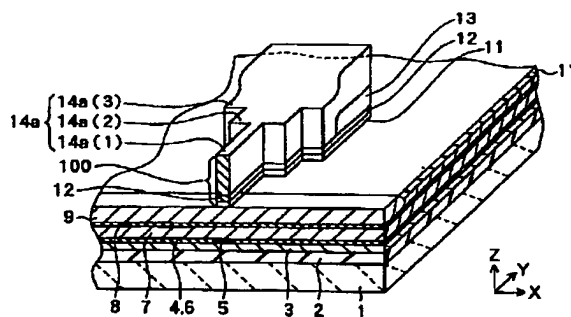
【図4】



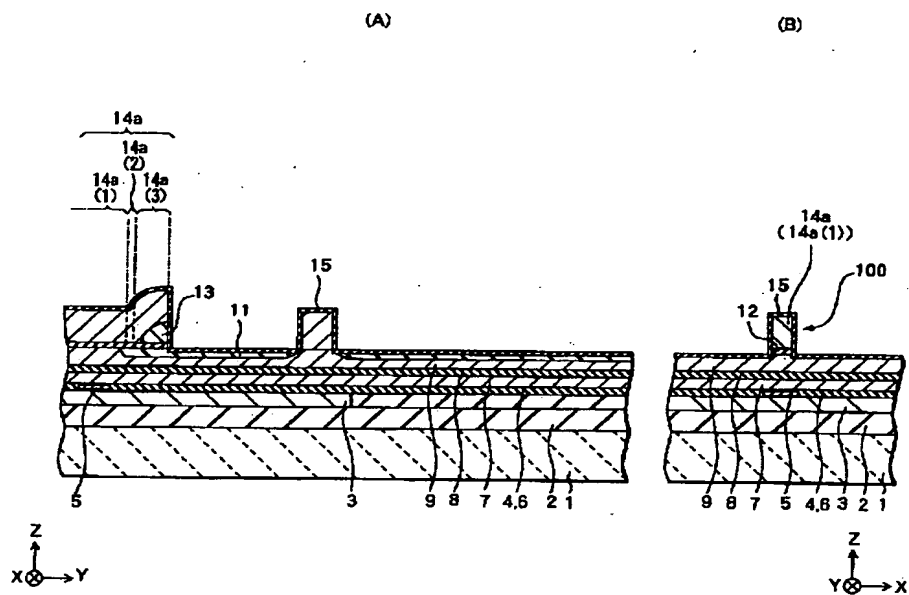
【図10】



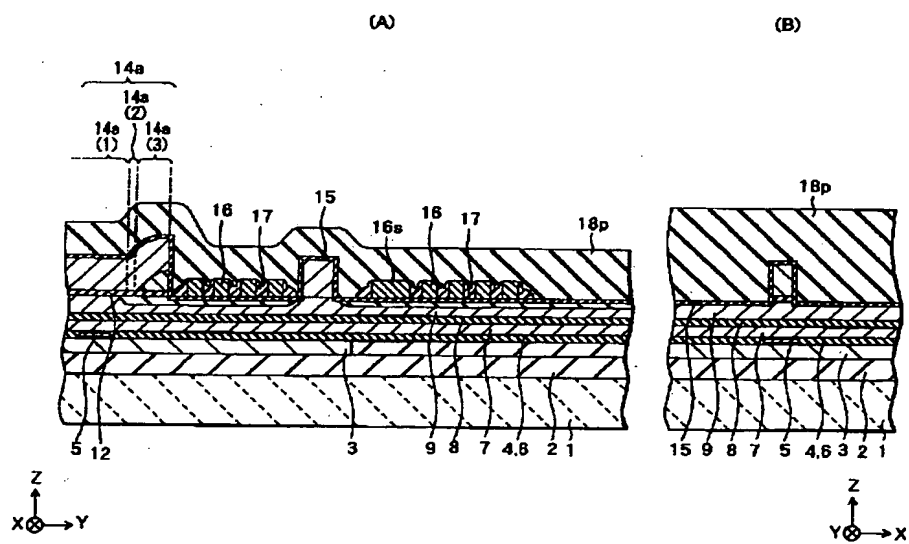
【図11】



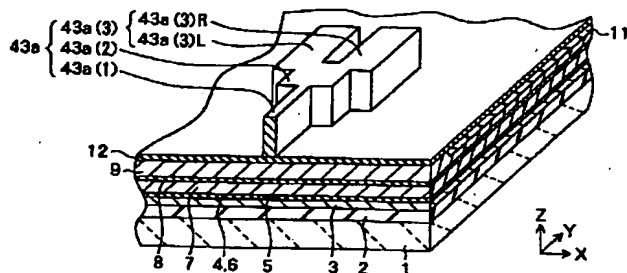
【図5】



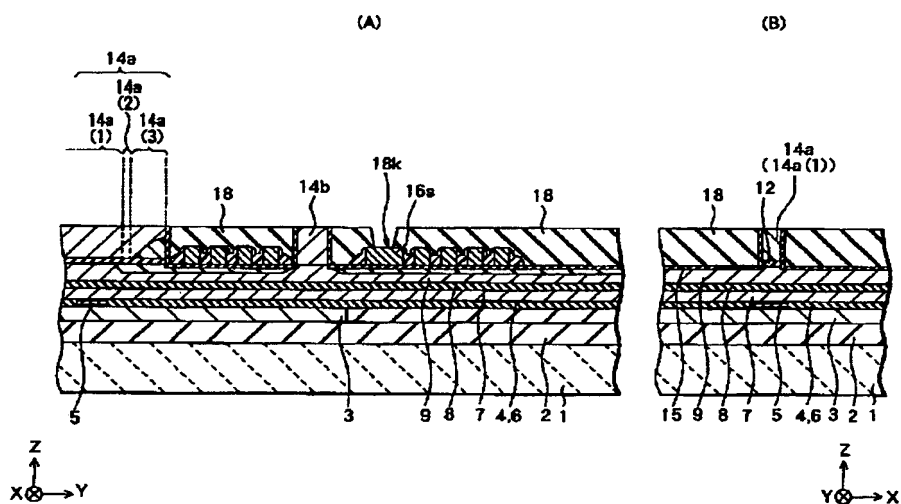
【図6】



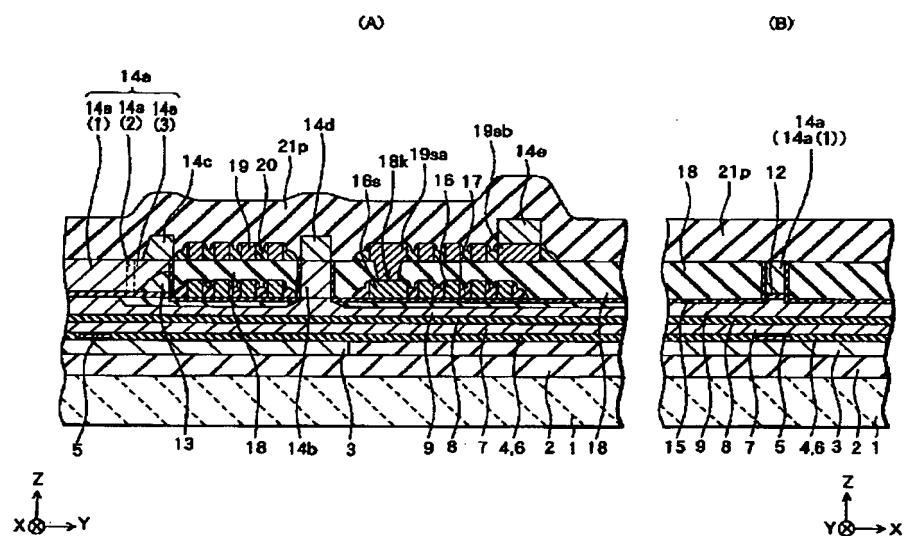
【図25】



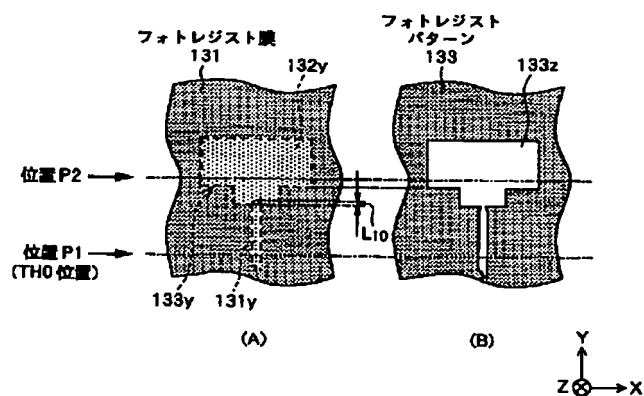
【図7】



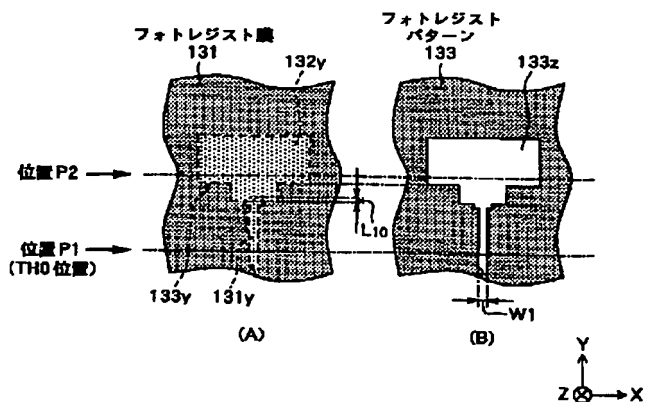
【図8】



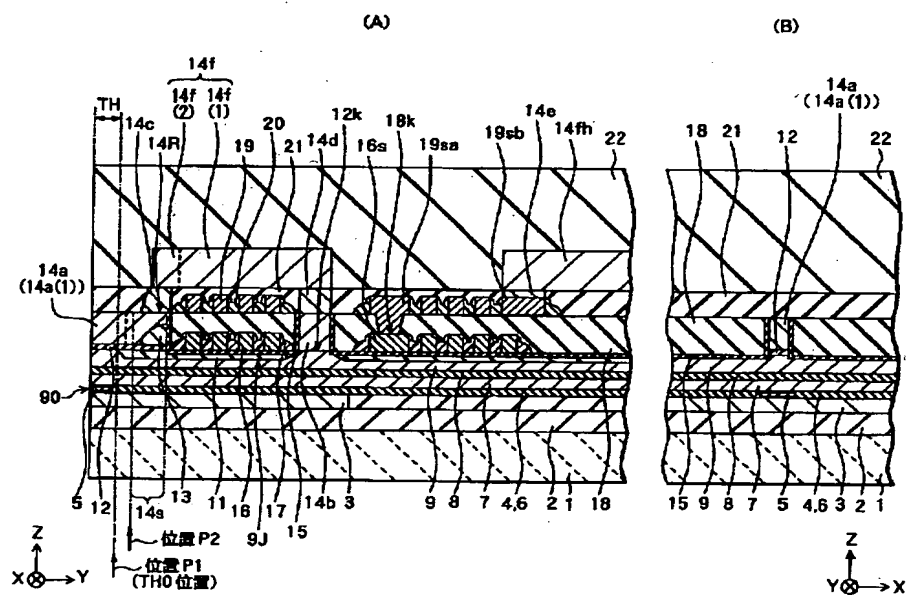
【図15】



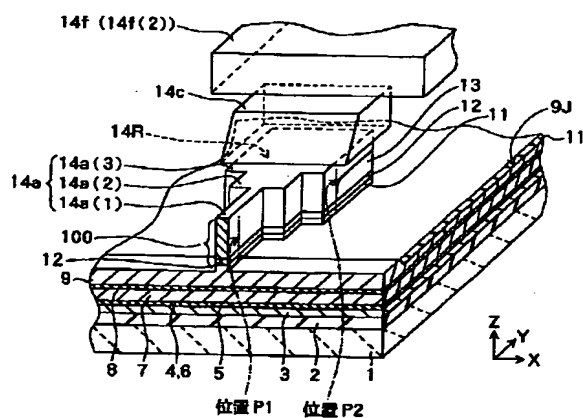
【図16】



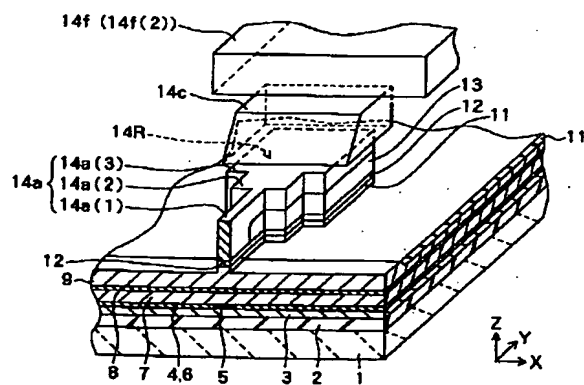
【図 9】



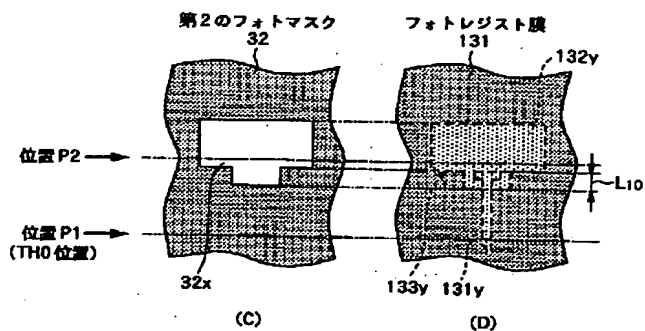
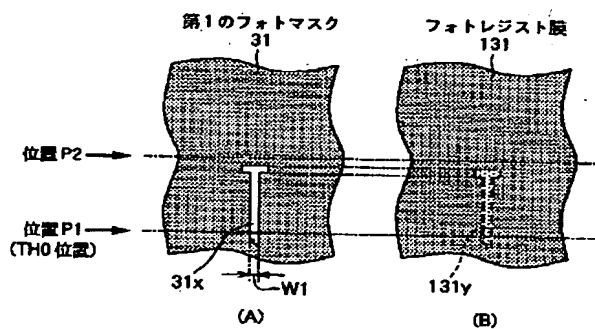
【図 12】



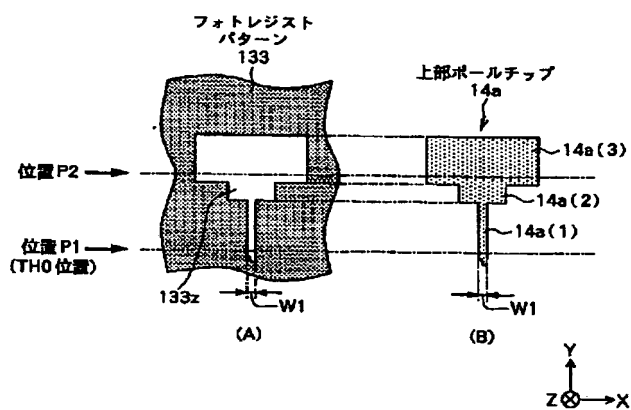
【图 18】



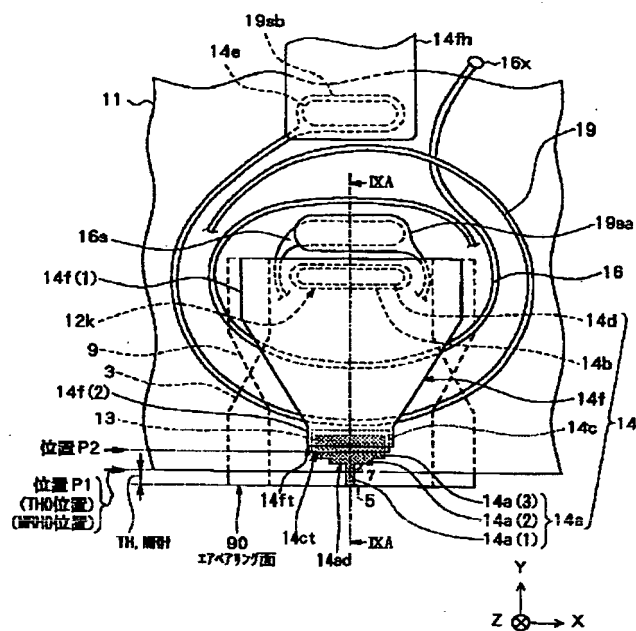
【图 13】



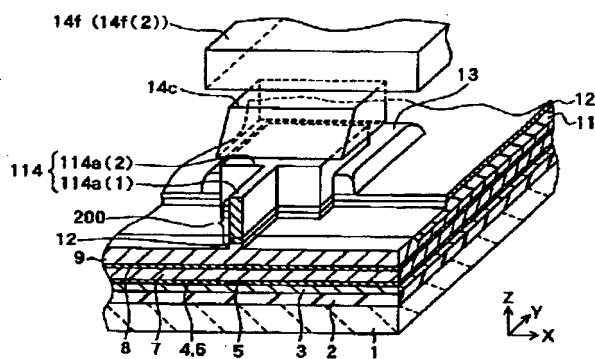
【図14】



【図17】



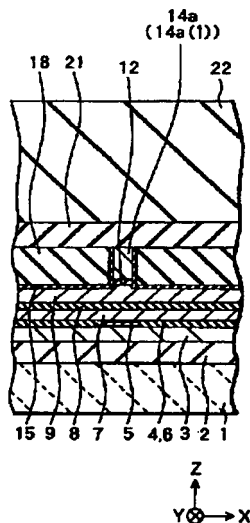
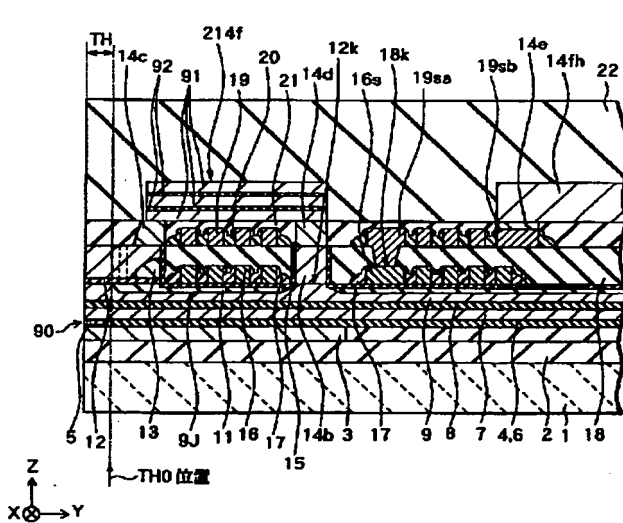
【図19】



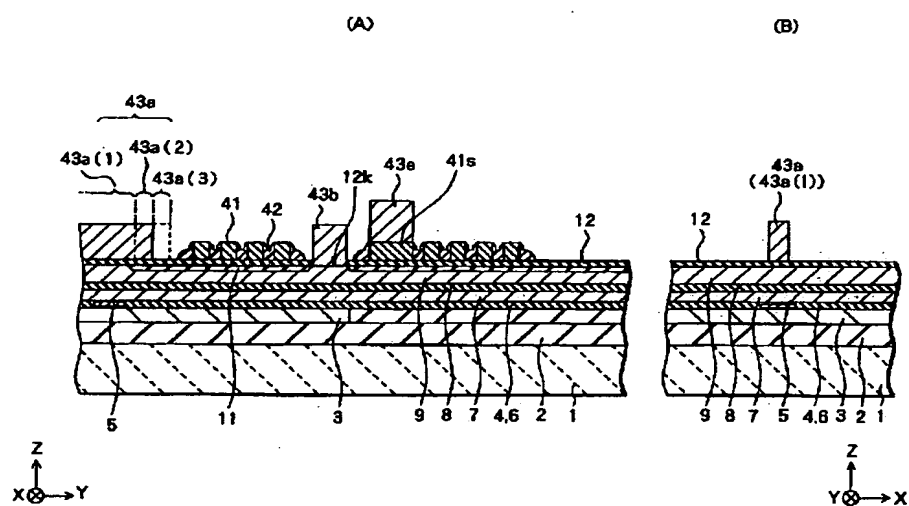
【図20】

(A)

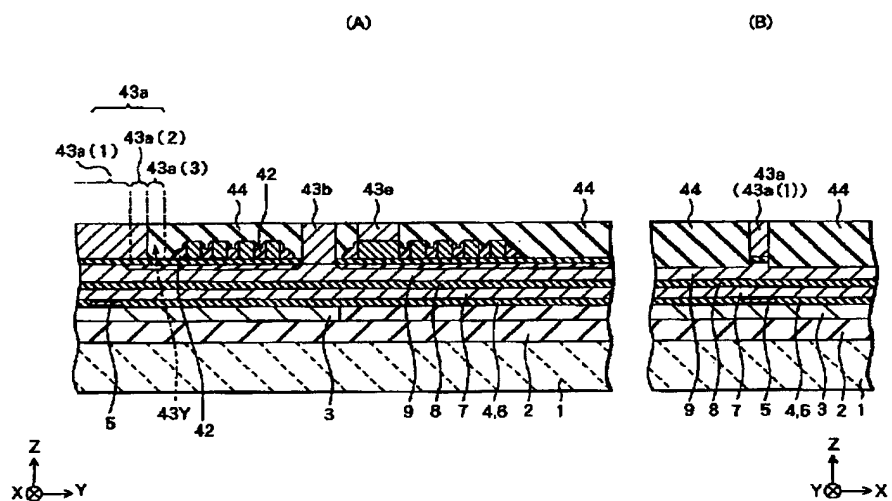
(B)



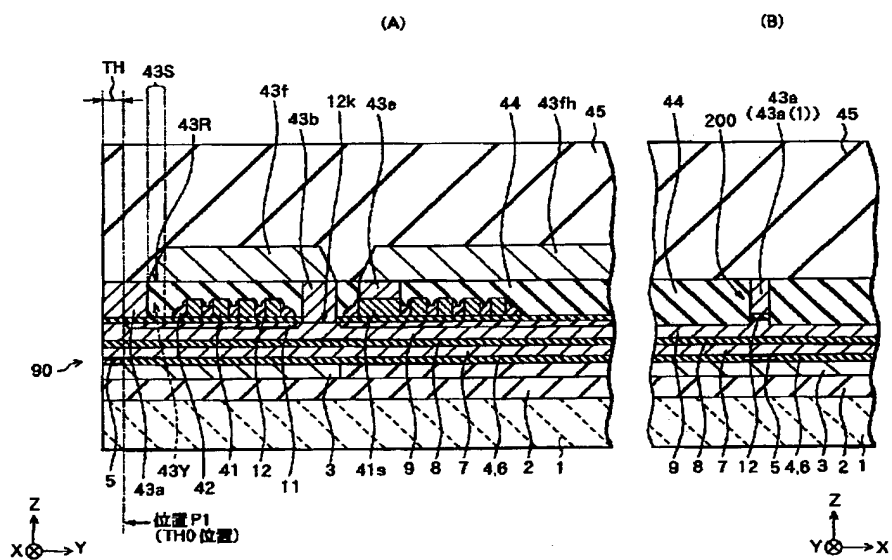
【图 2 1】



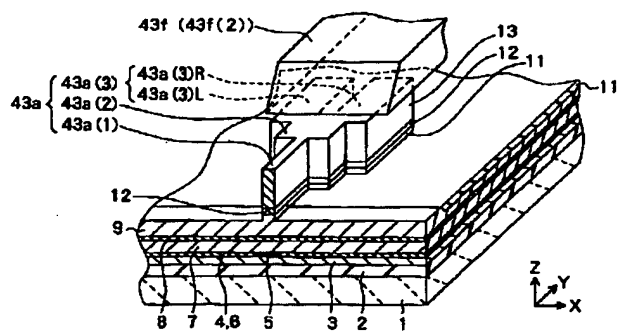
【図23】



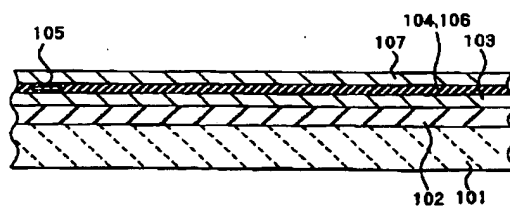
【図24】



【図30】

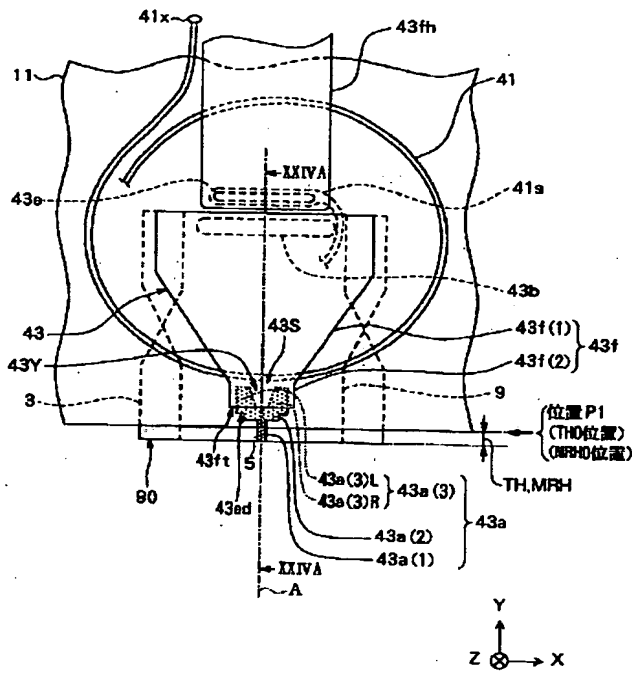


【図31】

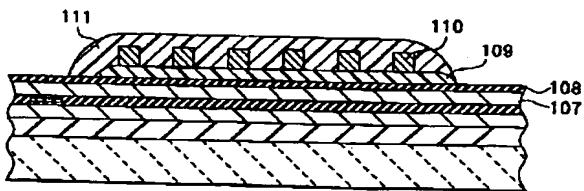




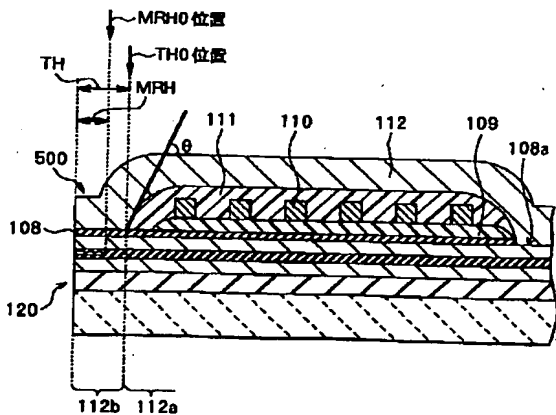
【図28】



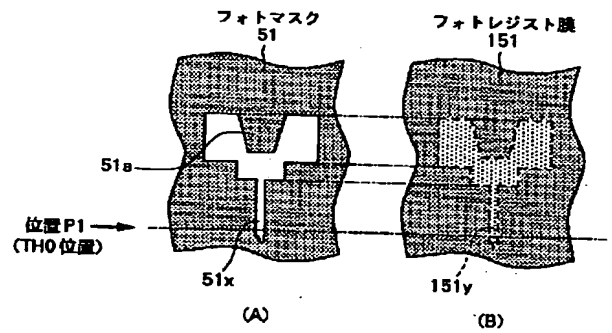
【図32】



【図34】

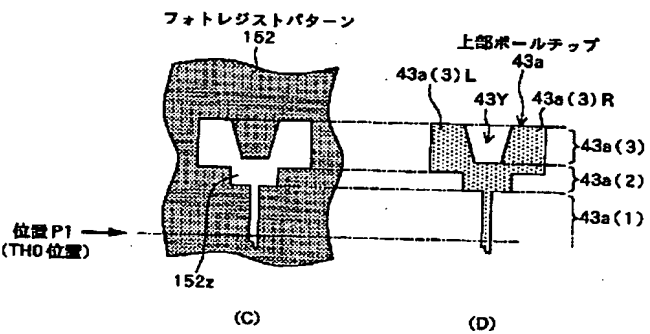


【図29】

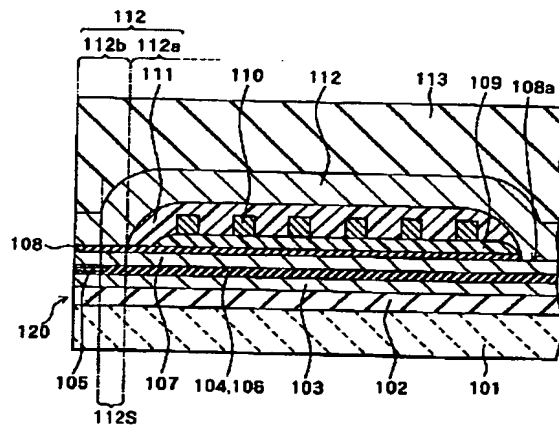


フォトマスク

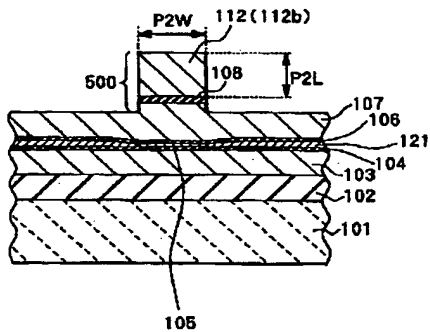
フォトレジスト膜



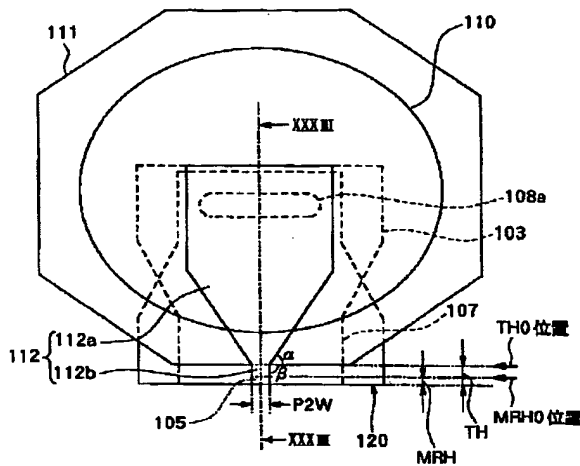
【図33】



【図35】



【図36】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-266309

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2000-084757

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 22.03.2000

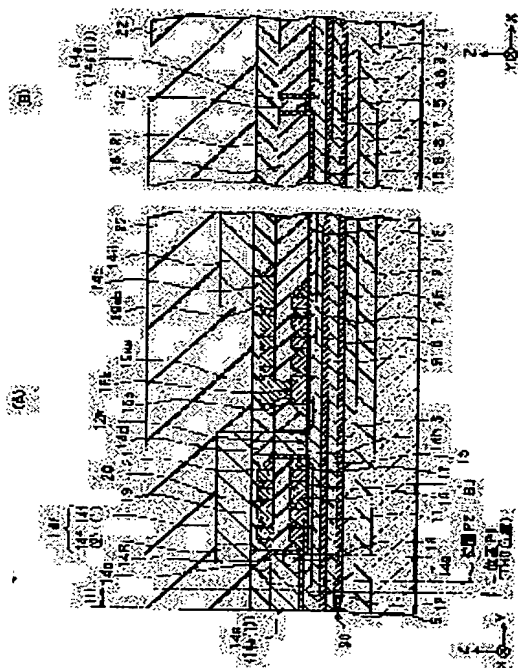
(72)Inventor : SASAKI YOSHITAKA

## (54) THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film magnetic head and its manufacturing method, capable of obtaining a sufficient overwriting characteristic.

SOLUTION: An insulating film pattern 11 is disposed in a recessed part 9J provided in a lower magnetic pole 9. The forefront end of the insulating film pattern 11 is positioned in the extended area of the tip part 14a(1) of an upper pole chip 14a. This insulating film pattern 11 functions to block the propagation of a magnetic flux from the upper pole chip 14a disposed in the upper area thereof to the lower magnetic pole 9 disposed in the lower area thereof. Thus, since the propagation of the magnetic flux from the upper pole chip 14a to the lower magnetic pole 9 is suppressed because of the presence of the insulating film pattern 11, sufficient magnetic fluxes are supplied to the tip part 14a(1) without any shortage. Thus, a good overwriting characteristic is secured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.02.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-06193

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 26.03.2004

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer containing two magnetic poles to which the shape of surface type counters the part by the side of the record-medium opposed face which counters a record medium through the gap layer which has a flat field which were connected magnetically. While having the thin film coil section arranged through the insulating layer between these two magnetic layers It is the thin film magnetic head containing the 1st magnetic layer part which has the constant width part which specifies the recording track width of face of a record medium while said 1st magnetic layer extends from said record-medium opposed face in the die-length direction separated from this field. While being laid under the crevice established in the part of the side which touches said gap layer of said 2nd magnetic layer and making said a part of insulating layer The thin film magnetic head to which the location of that forefront edge is equipped with the 1st nonmagnetic pattern which specifies the location of the forefront edge of said insulating layer, and the forefront edge of this 1st nonmagnetic pattern is characterized by being located in the extension field of said constant width part among the extension fields of said 1st magnetic layer part.

[Claim 2] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by having the 2nd nonmagnetic pattern in said gap layer which extends so that the field where said 1st nonmagnetic pattern touches may be touched in the field of an opposite hand, and makes said a part of insulating layer.

[Claim 3] The front face near the forefront edge of said 2nd nonmagnetic pattern is the thin film magnetic head according to claim 2 characterized by making the slant face which inclined to the front face of said gap layer.

[Claim 4] It is the thin film magnetic head according to claim 2 or 3 which the location of the forefront edge of said 2nd nonmagnetic pattern is retreating in the die-length direction rather than the location of the forefront edge of said 1st nonmagnetic pattern, and is characterized by having extended from on the field where said gap layer is flat, having magnetic layer applied [ said / 1st ] it on the slant face of said 2nd nonmagnetic pattern.

[Claim 5] Said constant width part at least is the thin film magnetic head according to claim 4 characterized by having extended on [ of said 1st magnetic layer part ] the flat field of said gap layer.

[Claim 6] Said 1st magnetic layer part is the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 1 characterized by having the joining segment with which at least two connections further arranged crosswise [ truck ] by dissociating mutually, and said constant width part and said at least two connections are made to connect magnetically thru/or claim 5.

[Claim 7] The thin film magnetic head according to claim 6 characterized by embedding said a part of insulating layer in the field surrounded by the amount of [ said joining segment in said 1st magnetic layer part, and ] said at least two connections.

[Claim 8] The 2nd magnetic layer part with which said 1st magnetic layer overlapped selectively said a part of 1st magnetic layer part further, and was connected magnetically. The thin film magnetic head given in any 1 term of claim 1 characterized by including the 3rd magnetic layer part for making said the 2nd magnetic layer part and said 2nd magnetic layer connect magnetically thru/or claim 7.

[Claim 9] Either [ at least ] said 1st magnetic layer or said 2nd magnetic layer is the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 1 characterized by consisting of an ingredient containing either a ferronickel alloy or nitriding iron thru/or claim 8.

[Claim 10] Either [ at least ] said 1st magnetic layer or said 2nd magnetic layer is the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 1 characterized by consisting of an ingredient containing an amorphous alloy thru/or claim 8.

[Claim 11] Said amorphous alloy is the thin film magnetic head according to claim 10 characterized by being either a cobalt iron alloy or a zirconium cobalt iron alloy.

[Claim 12] The 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer containing two magnetic poles to which the shape of surface type counters the part by the side of the record-medium opposed face which counters a record medium through the gap layer which has a flat field which were connected magnetically. While having the thin film coil section arranged through the insulating layer between these two magnetic layers It is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the 1st magnetic layer part which has the constant width part which specifies the recording track width of face of a record medium while said 1st magnetic layer extends from said record-medium opposed face in the die-length direction separated from this field. So that the forefront edge may be located in the extension field of said constant width part of the extension fields of said 1st magnetic layer part and may specify the location of the forefront edge of said insulating layer to the crevice established in the part of the side which touches said gap layer of said 2nd magnetic layer The manufacture approach of the thin film magnetic

head characterized by including the process which forms the 1st nonmagnetic pattern which makes said a part of insulating layer.

[Claim 13] Furthermore, the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 12 characterized by including the process which forms the 2nd nonmagnetic pattern which makes said a part of insulating layer so that it may extend in contact with the field where said 1st nonmagnetic pattern in said gap layer touches in the field of an opposite hand.

[Claim 14] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 13 that the location of the forefront edge of said 2nd nonmagnetic pattern is characterized by forming said 2nd nonmagnetic pattern so that it may retreat in the die-length direction rather than the location of the forefront edge of said 1st nonmagnetic pattern.

[Claim 15] The manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 12 characterized by the thing of said 1st magnetic layer part for which said constant width part is formed at least on the field where said gap layer is flat thru/or claim 14.

[Claim 16] Said 1st magnetic layer part so that it may have the joining segment with which at least two connections further arranged crosswise [ truck ] by dissociating mutually, and said constant width part and said at least two connections are made to connect magnetically. The manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 12 characterized by forming said 1st magnetic layer part thru/or claim 15.

[Claim 17] The front face near the forefront edge of said 2nd nonmagnetic pattern the slant face which inclined to the front face of said gap layer Nothing, [ when at least the part of those for said joining segment of the 1st magnetic layer part and said connection is arranged on the slant face of this 2nd nonmagnetic pattern ] The process in which it forms a photoresist layer as the process which forms said 1st magnetic layer part covers the field where said gap layer is flat at least, and the slant-face field of said 2nd nonmagnetic pattern, The 1st exposure process which exposes selectively the 1st field which includes the field corresponding to the flat-surface configuration of said constant width part among the photoresist layers in the field where said gap layer is flat, The inside of said photoresist layer in the field applied to the field where said gap layer is flat from the slant-face field of said 2nd nonmagnetic pattern, The 2nd exposure process which exposes selectively the 2nd field corresponding to the flat-surface configuration for said joining segment and said connection at least, The process which forms a photoresist pattern by developing said 1st field of said photoresist layers, and the field of the both sides of said 2nd field collectively, The manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 12 characterized by including the process which forms a part for said constant width part, said joining segment, and said connection in one using said photoresist pattern thru/or claim 16.

[Claim 18] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 17 characterized by making it said the 1st field and said 2nd field overlap selectively in said 2nd exposure process.

[Claim 19] The manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 16 characterized by embedding said a part of insulating layer to the field surrounded by the amount of [ said joining segment in said 1st magnetic layer part, and ] said at least two connections thru/or claim 18.

[Claim 20] The 2nd magnetic layer part with which said 1st magnetic layer overlapped selectively said a part of 1st magnetic layer part further, and was connected magnetically, The manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 12 characterized by forming said 1st magnetic layer so that the 3rd magnetic layer part said the 2nd magnetic layer part and said 2nd magnetic layer are made to connect with magnetically may be included thru/or claim 19.

[Claim 21] Furthermore, the process which forms the coil connection pattern which makes said a part of thin film coil section on the coil end prepared in the edge of said thin film coil section while forming said 3rd magnetic layer part at the same time it forms said 1st magnetic layer part, The process which forms the coil laying-under-the-ground layer which makes said a part of insulating layer so that said 1st magnetic layer part, said 3rd magnetic layer part, and said coil connection pattern may be covered at least, The process to which flattening of the front face of the increase of said coil laying under the ground is ground and carried out until said 1st magnetic layer part, said 3rd magnetic layer part, and said coil connection pattern are exposed at least, At the same time it forms said 2nd magnetic layer part on the flat side after said polish so that it may connect with both exposed surfaces and magnetic targets of said 1st magnetic layer part and said 3rd magnetic layer part The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 20 characterized by including the process which forms a conductive layer pattern so that it may connect with the exposed surface and the electric target of said coil connection pattern.

[Claim 22] The manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 12 characterized by using the ingredient containing either a ferronickel alloy or nitriding iron as one [ at least ] formation ingredient of said 1st magnetic layer and said 2nd magnetic layer thru/or claim 21.

[Claim 23] Manufacture of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 12 characterized by using the ingredient containing an amorphous alloy as one [ at least ] formation ingredient of said 1st magnetic layer and said 2nd magnetic layer thru/or claim 21.

[Claim 24] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 23 characterized by using either a cobalt iron alloy or a zirconium cobalt iron alloy as said amorphous alloy.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film magnetic head which writes in at least and has the induction type MAG sensing element of business, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the improvement in the engine performance of the thin film magnetic head is called for with improvement in the surface recording density of a hard disk drive unit. The compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the reproducing head which reads as the thin film magnetic head with the recording head which has an induction type MAG sensing element for writing, and has the magnetic-reluctance (it is hereafter described as MR (Magnetoresistive).) component of business is used widely.

[0003] In order to raise recording density among the engine performance of a recording head, it is necessary to raise the track density in a magnetic-recording medium. It is necessary to realize the recording head of the narrow track structure which narrowed width of face in the air bearing side of that lower magnetic pole (bottom product pole) formed up and down and an up magnetic pole (top pole) from several microns to submicron order on both sides of the record gap (write gap), and for that, in order to attain this, the semi-conductor processing technique is used.

[0004] Here, with reference to drawing 31 - drawing 36, the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head is explained as an example of the manufacture approach of the conventional thin film magnetic head.

[0005] By this manufacture approach, first, as shown in drawing 31, the insulating layer 102 which consists of an aluminum oxide (it is only called an "alumina" below aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;) is deposited by the thickness of about about 5.0-10.0 micrometers on the substrate 101 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O<sub>3</sub> and TiC). Next, the lower shielding layer 103 for the reproducing heads is formed on an insulating layer 102. Next, on the lower shielding layer 103, sputter deposition for example, of the alumina layer is carried out by the thickness of 100-200nm, and the shielding gap film 104 is formed. Next, the MR film 105 for constituting MR component for playback is formed on the shielding gap film 104 at the thickness of dozens of nm, and patterning is carried out to a desired configuration by photolithography processing of high degree of accuracy. Next, after forming in the both sides of the MR film 105 the lead layer (not shown) as a drawer electrode layer which connects with this MR film 105 electrically, the shielding gap film 106 is formed on this lead layer, the shielding gap film 104, and the MR film 105, and the MR film 105 is laid underground in the shielding gap film 104,106. Next, the lower [ up shielding-cum-] magnetic pole (henceforth a lower magnetic pole) 107 which consists of a magnetic adjuster used for the both sides of the reproducing head and a recording head, for example, a ferronickel alloy, (it is also only called "a permalloy (trade name)" below NiFe;) is formed on the shielding gap film 106.

[0006] Next, as shown in drawing 32, the record gap layer 108 which consists of an insulating material, for example, an alumina, is formed on the lower magnetic pole 107, and it forms on this record gap layer 108 so that it may become a predetermined pattern about the photoresist film 109 by the photolithography of high degree of accuracy. Next, the thin film coil 110 for the recording heads of the induction type which consists of copper (Cu) is formed for example, by the galvanizing method on the photoresist film 109. Next, as the photoresist film 109 and the thin film coil 110 are covered, it forms so that it may become a predetermined pattern about the photoresist film 111 by the photolithography of high degree of accuracy. Next, as opposed to the photoresist film 111, it heat-treats at the temperature of 250 degrees for insulation-izing between each coil of the thin film coil 110.

[0007] Next, as shown in drawing 33, in a back (right-hand side in drawing 33) location, for magnetic-path formation, a part of record gap layer 108 is etched selectively, opening 108a is formed, and a part of lower magnetic pole 107 is exposed rather than the thin film coil 110. Next, as the exposed surface, the photoresist film 111, and the record gap layer 108 of the lower magnetic pole 107 are covered, the up [ an up yoke-cum-] magnetic pole (henceforth an up magnetic pole) 112 which consists of a magnetic adjuster which has high saturation magnetic flux density, for example, a permalloy, is formed selectively.

[0008] As an approach of forming the up magnetic pole 112, as shown in JP,7-262519,A, the frame galvanizing method is used, for example. In forming the up magnetic pole 112 using the frame galvanizing method, on the whole, it forms the thin electrode layer which consists of a permalloy by sputtering on the coil part (henceforth the "APEX section") which was covered by the photoresist film 111 and rose in the shape of a crest first. Next, after applying a photoresist on this electrode layer and forming the photoresist film, patterning of this photoresist film is carried out by photolithography processing, and the frame for plating processing (outer frame) is formed. Next, the plating film

which consists of a permalloy by the galvanizing method is grown up using the electrode layer formed previously as a seed layer, and the up magnetic pole 112 is formed.

[0009] Besides, the section magnetic pole 112 has a flat-surface configuration as shown in drawing 36 mentioned later, for example, and contains yoke section 112a and pole chip section 112b. The up magnetic pole 112 contacts the lower magnetic pole 107 in opening 108a, and is connected magnetically. Next, after etching about 0.5 micrometers of both sides of the record gap layer 108 and the lower magnetic pole 107 selectively by ion milling by using a part of up magnetic pole 112 (pole chip section 112b) as a mask (refer to drawing 35), the overcoat layer 113 which consists of an alumina is formed on the up magnetic pole 112. Finally, according to machining or a polish process, the truck side 120 of a recording head and the reproducing head, i.e., an air bearing side, is formed, and the thin film magnetic head is completed.

[0010] Drawing 34 - drawing 36 express the structure of the thin film magnetic head in the condition of having completed. Drawing 34 expresses the cross section of the thin film magnetic head in a direction vertical to the air bearing side 120, drawing 35 expands and expresses the cross section in a direction parallel to the air bearing side 120 of a magnetic pole part here, and drawing 36 expresses the planar structure. Here, drawing 33 is equivalent to the view cross section which met XXXIII-XXXIII line in drawing 36 R> 6. In addition, in drawing 34 - drawing 36, the graphic display of overcoat layer 113 grade is omitted. Moreover, in drawing 36, only those outermost edges are illustrated about the thin film coil 110 and the photoresist film 111.

[0011] In drawing 34 and drawing 36, "TH" expresses throat height (Throat Height) and "MRH" expresses MR height. Here, "throat height (TH)" is one of the factors which opt for the engine performance of a recording head, and is the die length from the location of the edge of the side nearest to the air bearing side 120 of the insulating layer (photoresist film 111) for dividing the thin film coil 110 into other conductive parts and electric targets, i.e., a throat height zero location, (TH0 location) to the location of the air bearing side 120. In order to raise the engine performance of a recording head, it is necessary to optimize throat height (TH). This throat height (TH) is controlled by the amount of polishes at the time of forming the air bearing side 120. Moreover, "MR height (MRH)" is the die length from the location of the edge of the furthest side from the air bearing side 120 of the MR film 105, i.e., MR height zero location, (MRH0 location) to the location of the air bearing side 120. This MR height (MRH) is also controlled by the amount of polishes at the time of forming the air bearing side 120.

[0012] As a factor which opts for the engine performance of the thin film magnetic head, there is an APEX angle type (Apex Angle:theta) shown in drawing 34 else [ , such as throat height (TH) and MR height (MRH) ]. This APEX angle type theta is the average skew ratio of the slant face of the side near the air bearing side 120 of the photoresist film 111.

[0013] As shown in drawing 35, the structure where some both sides of the record gap layer 108 and the lower magnetic pole 107 were etched in self align to pole chip section 112b of the up magnetic pole 112 is called trim (Trim) structure. According to this trim structure, the increment in the effective width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a narrow track can be prevented. "P2W" shown all over drawing expresses, the width of face (henceforth the "width of recording track"), i.e., the magnetic pole width of face, of the part (only henceforth "the magnetic pole part 500") which has trim structure. It depends for this processing dimension of magnetic pole width-of-face P2W on the width of face of the part corresponding to the magnetic pole part 500 of the masks (in the above-mentioned case, it is a photoresist film pattern) used in case etching processing for forming trim structure is performed. Moreover, "P2L" shown all over drawing expresses, the thickness, i.e., the magnetic pole length, of pole chip section 112b which constitutes a part of magnetic pole part 500. In addition, as shown in drawing 35, the lead layer 121 as a drawer electrode layer which connects with this MR film 105 electrically is formed in the both sides of the MR film 105. However, the graphic display of the lead layer 121 is omitted in drawing 31 - drawing 34.

[0014] as shown in drawing 36, the up magnetic pole 112 has yoke section 112a which occupies the most, and pole chip section 112b which has the width of face of about 1 law as magnetic pole width-of-face P2W. In the joining segment of yoke section 112a and pole chip section 112b, the rim of yoke section 112a is making the include angle beta for the include angle alpha in the nothing and above-mentioned joining segment to the field where the rim of pole chip section 112b is parallel to the air bearing side 120 to the field parallel to the air bearing side 120. Here, alpha is 45 degrees and beta is 90 degrees. As described above, pole chip section 112b is a part used as the mask at the time of forming the trim structure of the magnetic pole part 500. Pole chip section 112b extended on the flat record gap layer 108, and yoke section 112a has extended on the APEX section so that drawing 34 and drawing 36 may show.

[0015] In addition, about the structural description with a detailed up magnetic pole, JP,8-249614,A has a publication, for example.

[0016] In the conventional thin film magnetic head which has structure as shown in drawing 33, the magnetic flux produced with the thin film coil 110 at the time of informational record actuation spreads the inside of the up magnetic pole 112 toward pole chip section 112b from yoke section 112a, and reaches to the head of pole chip section 112b eventually. The magnetic flux which reached at the head of pole chip section 112b makes that exterior generate a signal field, and information record to the record medium which is not illustrated by this signal field is performed.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to secure the overwrite lump property which was excellent in the thin film magnetic head, i.e., an over-writing property, here, generally it is required smooth and to fully supply



magnetic flux to pole chip section 112b of the up magnetic pole 112 in order to fully generate the above-mentioned signal field.

[0018] However, in the conventional thin film magnetic head shown in drawing 33, only the thin record gap layer 108 of thickness is arranged between pole chip section 112b of the up magnetic pole 112, and the lower magnetic pole 107. For this reason, without reaching at the head of pole chip section 112b, a part of magnetic flux which flowed into pole chip section 112b from yoke section 112a will pass the record gap layer 108, and it will spread it to the lower magnetic pole 107. Below, "magnetic flux should leak propagation of the magnetic flux from the up magnetic pole 112 by passing the record gap layer 108 to the lower magnetic pole 107." Suppose that it calls. Such an inclination becomes remarkable in field 112S between the field especially formed on the flat record gap layer 108 of the up magnetic poles 112, and the field formed on the APEX section. In field 112S which extend in the thickness direction (the vertical direction in drawing), it is because the flow of the magnetic flux which goes to down [ in drawing ] produces the inside of the up magnetic pole 112.

[0019] Above-mentioned "magnetic flux should leak" induces the following nonconformities.

[0020] 1) When magnetic flux leaks from the up magnetic pole 112 to the lower magnetic pole 107, the absolute magnitude of the magnetic flux which spreads the inside of the up magnetic pole 112 from yoke section 112a to pole chip section 112b decreases. It becomes impossible in such a case, to fully supply the magnetic flux generated with the thin film coil 110 to the head of pole chip section 112b. For this reason, the over-writing property of the thin film magnetic head will fall remarkably.

[0021] 2) Concentration of the local magnetic flux to the lower magnetic pole 107 by the leakage of magnetic flux has an adverse effect on reading actuation of the thin film magnetic head. For example, when magnetic flux concentrates on the lower magnetic pole 107 beyond the need, and the part passes the lower magnetic pole 107 further and reaches to the MR film 105, the magnetic flux which reached to the MR film 105 acts as a magnetic noise at the time of reading actuation of the reproducing head. By this, normal reading actuation of the thin film magnetic head will be checked.

[0022] It is in this invention having been made in view of this trouble, and especially the object offering the thin film magnetic head in the propagation process of magnetic flux which can control "magnetic flux should leak" and can acquire sufficient exaggerated illite property, and its manufacture approach.

[0023]

[Means for Solving the Problem] The 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer in which the thin film magnetic head of this invention contains two magnetic poles to which the shape of surface type counters the part by the side of the record-medium opposed face which counters a record medium through the gap layer which has a flat field and which were connected magnetically, While having the thin film coil section arranged through the insulating layer between these two magnetic layers It is the thin film magnetic head containing the 1st magnetic layer part which has the constant width part which specifies the recording track width of face of a record medium while the 1st magnetic layer extends from a record-medium opposed face in the die-length direction separated from this field. While being laid under the crevice established in the part of the side which touches the gap layer of the 2nd magnetic layer and making a part of insulating layer, the location of the forefront edge is equipped with the 1st nonmagnetic pattern which specifies the location of the forefront edge of an insulating layer. It is made for the forefront edge of this 1st nonmagnetic pattern to be located in the extension field of the constant width part of the extension fields of the 1st magnetic layer part.

[0024] The manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention to the part by the side of the record-medium opposed face which counters a record medium The 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer containing two magnetic poles which the shape of surface type counters through the gap layer which has a flat field which were connected magnetically, While having the thin film coil section arranged through the insulating layer between these two magnetic layers It is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the 1st magnetic layer part which has the constant width part which specifies the recording track width of face of a record medium while the 1st magnetic layer extends from a record-medium opposed face in the die-length direction separated from this field. So that the forefront edge may be located in the extension field of the constant width part of the 1st extension field for an insulating layer and may specify the location of the forefront edge of an insulating layer to the crevice established in the part of the side which touches the gap layer of the 2nd magnetic layer It is made to include the process which forms the 1st nonmagnetic pattern which makes a part of insulating layer.

[0025] The location of the forefront edge of an insulating layer is specified by the location of the forefront edge of the 1st nonmagnetic pattern which makes a part of insulating layer by the thin film magnetic head of this invention. Here, "the location of the forefront edge of an insulating layer" is a location of the edge of the side nearest to the record-medium opposed face of the edges of an insulating layer. Especially, propagation of the magnetic flux from that upper part field to a lower part field is controlled by existence of this 1st nonmagnetic pattern.

[0026] You may make it have the 2nd nonmagnetic pattern which extends so that the field where the 1st nonmagnetic pattern in a gap layer touches may be touched further in the field of an opposite hand, and makes a part of insulating layer by the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention.

[0027] Moreover, you may make it make the slant face where the front face near the forefront edge of the 2nd nonmagnetic pattern inclined to the front face of a gap layer in the thin film magnetic head of this invention.

[0028] Moreover, it is made for the location of the forefront edge of the 2nd nonmagnetic pattern to retreat in the die-length direction rather than the location of the forefront edge of the 1st nonmagnetic pattern, and the 1st magnetic layer part applies on the slant face of the 2nd nonmagnetic pattern, and you may make it extend in the

thin film magnetic head of this invention from on the field where a gap layer is flat.

[0029] Moreover, you may make it form the 2nd nonmagnetic pattern by the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention, so that the location of the forefront edge of the 2nd nonmagnetic pattern may retreat in the die-length direction rather than the location of the forefront edge of the 1st nonmagnetic pattern.

[0030] Moreover, you may make it a constant width part extend on the flat field of a gap layer of the 1st magnetic layer part at least by the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention.

[0031] Moreover, you may make it have the joining segment with which at least two connections by which the 1st magnetic layer part was further arranged crosswise [ truck ] by dissociating mutually, and a constant width part and at least two connections are made to connect magnetically by the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention. In such a case, a part of insulating layer may be made to be embedded to the field surrounded by the amount of [ the joining segment in the 1st magnetic layer part, and ] at least two connections.

[0032] moreover, by the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention The slant face where the front face near the forefront edge of the 2nd nonmagnetic pattern inclined to the front face of a gap layer Nothing, When at least the part of those for the joining segment of the 1st magnetic layer part and a connection is arranged on the slant face of this 2nd nonmagnetic pattern The process in which it forms a photoresist layer as the process which forms the 1st magnetic layer part covers the field where a gap layer is flat at least, and the slant-face field of the 2nd nonmagnetic pattern, The 1st exposure process which exposes selectively the 1st field which includes the field corresponding to the flat-surface configuration of a constant width part among the photoresist layers in the field where a gap layer is flat, The 2nd exposure process which exposes selectively the 2nd field corresponding to the flat-surface configuration for a joining segment and a connection at least among the photoresist layers in the field applied to the field where a gap layer is flat from the slant-face field of the 2nd nonmagnetic pattern, You may make it include the process which forms a photoresist pattern, and the process which forms a part for a constant width part, a joining segment, and a connection in one using a photoresist pattern by developing the 1st field of the photoresist layers, and the field of the both sides of the 2nd field collectively. In such a case, in the 2nd above-mentioned exposure process, it is suitable to make it the 1st field and 2nd field overlap selectively.

[0033] Moreover, you may make it the 1st magnetic layer contain the 3rd magnetic layer part for making the 2nd magnetic layer part which overlapped selectively a part of 1st magnetic layer part further, and was connected magnetically, the 2nd magnetic layer part, and the 2nd magnetic layer connect magnetically by the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention.

[0034] moreover, by the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention Furthermore, the process which forms the coil connection pattern which makes a part of thin film coil section on the coil end prepared in the edge of the thin film coil section while forming the 3rd magnetic layer part at the same time it forms the 1st magnetic layer part, The process which forms the coil laying-under-the-ground layer which makes a part of insulating layer so that the 1st magnetic layer part, the 3rd magnetic layer part, and a coil connection pattern may be covered at least, The process to which flattening of the front face of the increase of coil laying under the ground is ground and carried out until the 1st magnetic layer part, the 3rd magnetic layer part, and a coil connection pattern are exposed at least, You may make it include the process which forms a conductive layer pattern so that it may connect with the exposed surface and the electric target of a coil connection pattern at the same time it forms the 2nd magnetic layer part on the flat side after polish so that it may connect with both exposed surfaces and magnetic targets of the 1st magnetic layer part and the 3rd magnetic layer part.

[0035] Moreover, you may make it either [ at least ] the 1st magnetic layer or the 2nd magnetic layer consist of an ingredient which you may make it consist of an ingredient containing either a ferronickel alloy or nitriding iron, or contains an amorphous alloy by the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention. As the above-mentioned amorphous alloy, it is suitable to use either a cobalt iron alloy or a zirconium cobalt iron alloy.

[0036]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0037] [The gestalt of the 1st operation]

<the manufacture approach of the thin film magnetic head> — with reference to drawing 1 - drawing 12 , an example of the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head as the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained first.

[0038] In drawing 1 - drawing 9 , (A) shows a cross section vertical to an air bearing side, and (B) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part. Drawing 10 - drawing 12 are the perspective views corresponding to main production processes. Here, drawing 10 corresponds to the condition which showed in drawing 4 , drawing 11 corresponds to the condition which showed in drawing 5 , and drawing 12 corresponds to the condition which showed in drawing 9 . However, at drawing 11 , the graphic display of the insulator layer 15 grade in drawing 5 is omitted, and the graphic display of the insulator layers 15, 17, 18, 20, and 21 in drawing 9 , the thin film coils 16 and 19, and overcoat layer 22 grade is omitted by drawing 12 .

[0039] While writing "the cross direction (or longitudinal direction)" for X shaft orientations in each drawing of drawing 1 - drawing 12 and writing the "die-length direction" and Z shaft orientations for Y shaft orientations as "a thickness direction (or the vertical direction)" in the following explanation It shall write "a before side (or front)", and it shall write "the backside (or back)". [ the side (or side which serves as the air bearing side 90 in an after process) near the air bearing side 90 of the Y shaft orientations ] [ the opposite hand ]

[0040] By the manufacture approach concerning the gestalt of this operation, first, as shown in drawing 1, the insulating layer 2 which consists of an alumina is deposited by the thickness of about 3.0–5.0 micrometers on the substrate 1 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O<sub>3</sub> and TiC). Next, on an insulating layer 2, for example, photolithography processing and plating processing are used, for example, a permalloy (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight) is selectively formed by the thickness of about 3.0 micrometers, and the lower shielding layer 3 for the reproducing heads is formed. next, the whole — a wrap — after forming the insulator layer which consists of an alumina by the thickness of about 4.0–5.0 micrometers like, until the lower shielding layer 3 is exposed — the front face of an insulator layer — for example, CMP (chemical machinery polish) — it grinds by law and flattening of the whole is carried out.

[0041] Next, as shown in drawing 1, the shielding gap film 4 which consists of an alumina is formed by the thickness of about 100–200nm by sputtering on the lower shielding layer 3. Next, the situation is carried out so that it may become the configuration of a request of the MR film 5 for constituting MR component which is the important section of the reproducing-head section on the shielding gap film 4 by the photolithography of high degree of accuracy. Next, after forming in the both sides of the MR film 5 the lead layer (not shown) as a drawer electrode layer which connects with this MR film 5 electrically, the shielding gap film 6 is formed on this lead layer, the shielding gap film 4, and the MR film 5, and the MR film 5 is laid underground in the shielding gap film 4 and 6.

[0042] Next, as shown in drawing 1, the up shielding layer 7 is selectively formed by the thickness of about 1.0–1.5 micrometers on the shielding gap film 6. A formation ingredient, the formation approach, etc. of the up shielding layer 7 are the same as that of the case of the lower shielding layer 3.

[0043] Next, as shown in drawing 1, the insulator layer 8 which consists of an alumina is formed by the thickness of about 0.15–0.2 micrometers by sputtering on the up shielding layer 7. Next, the magnetic material 9 which has high saturation magnetic flux density, for example, the lower magnetic pole which consists of nitriding iron (FeN), is selectively formed by the thickness of about 2.0–2.5 micrometers on an insulator layer 8. Here, the following procedures perform formation of the lower magnetic pole 9. That is, for example, a nitriding iron layer is first formed by sputtering on an insulator layer 8. Then, the lower magnetic pole 9 is selectively formed by etching and carrying out patterning of the nitriding iron layer by ion milling, using the mask which has a predetermined configuration and construction material. In addition, you may make it use a permalloy (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) and an amorphous alloy as a magnetic material which has the same high saturation magnetic flux density as other, for example, nitriding, iron [ iron / above-mentioned / nitriding ] as a formation ingredient of the lower magnetic pole 9. As this amorphous alloy, a cobalt iron alloy (CoFe), zirconium cobalt iron (ZrCoFe), etc. can be used, for example. Here, the lower magnetic pole 9 corresponds to one example of the "2nd magnetic layer" in this invention.

[0044] Next, after forming the insulator layer which consists of an alumina by the thickness of about 4.0–5.0 micrometers so that the whole may be covered for example, as shown in drawing 1, the front face of an insulator layer is ground for example, by the CMP method until the lower magnetic pole 9 is exposed, and flattening of the whole is carried out.

[0045] Next, as shown in drawing 1, the mask precursive layer 110 which consists of an alumina is formed by the thickness of about 0.3–0.5 micrometers by sputtering on the lower magnetic pole 9. This mask precursive layer 110 is set to pattern mask 10a used in case etching processing of the lower magnetic pole 9 is carried out, and 10b (refer to drawing 2) when patterning is carried out by etching processing in an after process. Next, after forming for example, the photoresist film (not shown) on this mask precursive layer 110, patterning of this photoresist film is carried out by photolithography processing. Thereby, mask 80a which becomes a position on the mask precursive layer 110 from the photoresist film, and 80b are formed selectively. In addition, above-mentioned "position" at the time of forming Masks 80a and 80b is the location where the locations of the edge by the side of the very back of for example, mask 80a (only henceforth the "last edge") are the location of the last edge of the MR film 5, and a location which is mostly in agreement, and correspond to the formation field of magnetic-path connection 14b in which the formation field of mask 80b is formed in an after process.

[0046] Next, by etching and carrying out patterning of the mask precursive layer 110 by reactive ion etching (it only being called "RIE" below Reactive Ion Etching.), using Masks 80a and 80b, as shown in drawing 2, the pattern masks 10a and 10b which consist of an alumina are formed selectively. By using RIE as the etching approach for carrying out patterning of the mask precursive layer 110, etching processing can be performed rather than the case where ion milling is used in a short time. In case etching processing by RIE is performed especially, it is suitable to use the etching gas containing either [ at least ] chlorine (Cl<sub>2</sub>) or the 2 chlorination boron (BCl<sub>2</sub>). By promoting the chemical reaction of etching processing in these gas ambient atmospheres, it is because etching processing can be performed more in a short time. In addition, mask 80a and the 80b itself will be etched by the above-mentioned etching processing (RIE), and such thickness will decrease by it. When etching processing is completed, you may make it Masks 80a and 80b not remain, and may make it remain (refer to drawing 2).

[0047] Next, as shown in drawing 2, using the pattern masks 10a and 10b, by ion milling, selectively, about about 0.3–0.8 micrometers of lower magnetic poles 9 are etched, and they are investigated. Of this etching processing, a part of upper part of the lower magnetic poles 9 is removed selectively, and crevice 9J are formed in this part. In case etching processing is performed, an ion beam is irradiated from the slanting upper part to the front face of the lower magnetic pole 9, and the wall of the above-mentioned concave field makes a slant face. In addition, pattern mask 10a and the 10b itself will be etched by the above-mentioned etching processing (ion milling), and such thickness will decrease by it. When etching processing is completed, you may make it the pattern masks 10a and 10b remain, and may make it not remain (refer to drawing 2).

[0048] Next, as shown in drawing 2, for example, alumina layer 11p is formed in the whole by the thickness of about 3.0–4.0 micrometers by sputtering so that the whole front face of the concavo-convex field constituted by the pattern masks 10a and 10b and crevice 9J may be covered.

[0049] Next, the whole front face of alumina layer 11p is ground, for example by the CMP method, and as shown in drawing 3, the insulator layer pattern 11 which consists of an alumina embedded crevice 9J is formed. Polish processing at this time is performed until parts other than the concave field of the lower magnetic poles 9 are exposed. The arrangement field of this insulator layer pattern 11 is a field which includes the arrangement field of up pole chip 14a formed in an after process and the thin film coil 16, and 19 grades, as shown in drawing 17 R> 7 mentioned later. the location of the edge by the side of the foremost of the insulator layer pattern 11 (only henceforth a "forefront edge") — about [ for example, / the location of the last edge of the MR film 5, and ] — I am doing one. The location of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 is the location used as the criteria at the time of determining throat height (TH), i.e., a throat height zero location, (TH0 location). Here, the insulator layer pattern 11 corresponds to one example of "the 1st nonmagnetic pattern" in this invention.

[0050] Next, as shown in drawing 3, the record gap layer 12 which consists of an alumina is formed by the thickness of about 0.15–0.2 micrometers by sputtering on the flat side after polish. The front face of the record gap layer 12 becomes flat over the whole region. In addition, in case the record gap layer 12 is formed, it is made not to cover the field (exposed surface on the backside of the lower magnetic poles 9) in which magnetic-path connection 14b will be formed in an after process. This field is set to opening 12k for connecting the lower magnetic pole 9 and the up magnetic pole 14 formed in an after process. Here, the record gap layer 12 corresponds to one example of the "gap layer" in this invention.

[0051] Next, the photoresist film of for example, an organic system is selectively formed in the position on the flat record gap layer 12 in the field by the side of a front [ field / of opening 12k (not shown in drawing 10) / formation ] by the thickness of about 1.0 micrometers according to the photolithography process of high degree of accuracy. Next, as opposed to this photoresist film, it heat-treats at the temperature of 200 – about 250 degrees. Thereby, as the slant face which wore a radius of circle which falls toward the direction of the edge will be made near the edge of the photoresist film and it showed it to drawing 4 and drawing 10, the insulator layer pattern 13 which consists of photoresist film is formed. The above-mentioned "position" at the time of forming the insulator layer pattern 13 is a location where the forefront edge of the insulator layer pattern 13 shifts to the backside [ location / of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 ]. About about 0.4–0.8 micrometers is suitable for the distance (gap die length) from the location of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 to the location of the forefront edge of the insulator layer pattern 13. back end section 14 of up pole chip 14a arranged in after process by arranging insulator layer pattern 13 in such location on slant surface part by the side of before insulator layer pattern 13 a (3) from (refer to drawing 4) — while being able to control propagation (magnetic flux should leak) of the magnetic flux to the lower magnetic pole 9 — back end section 14a (3) It is because the flow of the magnetic flux in the interior can be made carried out smoothly. Here, the insulator layer pattern 13 corresponds to one example of "the 2nd nonmagnetic pattern" in this invention.

[0052] Next, as shown in drawing 4 and drawing 10, up pole chip 14a which constitutes a part of up magnetic pole 14 is selectively formed in the field applied on the flat record gap layer 12 in the front from the slant-face field by the side of before the insulator layer pattern 13 by the thickness of about 2.5–3.5 micrometers for example, by the frame galvanizing method. In case up pole chip 14a is formed, magnetic-path connection 14b which constitutes a part of up magnetic pole 14 is simultaneously formed in opening 12k. Up pole chip 14a is what has a flat-surface configuration as shown in drawing 17 mentioned later, for example. point 14a (1) which has the constant width which specifies the recording track width of face on a record medium (not shown) sequentially from the side (left-hand side in drawing 17) which serves as the air bearing side 90 in a process the back Point 14a (1) Pars intermedia 14a which has bigger width of face than width of face (2) Pars intermedia 14a (2) Back end section 14a which has big width of face (3) It contains. About the structural description of up pole chip 14a, it mentions later. Up pole chip 14a corresponds to one example of "the 1st magnetic layer part" in this invention here, and it is point 14a (1). It corresponds to one example of the "constant width part" in this invention.

[0053] In case up pole chip 14a is formed by the frame galvanizing method, the electrode layer (not shown) used as the seed layer in the electrolysis galvanizing method is first formed in the thickness of about 70nm by sputtering. This electrode layer consists of a permalloy (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which has for example, high saturation magnetic flux density. Next, on the above-mentioned electrode layer, the photoresist (only henceforth a "photoresist") of a positive mold is applied, and the photoresist film (not shown) is formed. Next, it has a predetermined flat-surface configuration pattern, for example, the predetermined field of the photoresist film is selectively exposed using the photo mask (not shown) which consists of metals, such as chromium. Next, the frame used in case plating processing by the frame galvanizing method is performed (outer frame), i.e., a photoresist pattern, (not shown) is formed by developing the exposure field of the photoresist film. This photoresist pattern is equipped with opening which has a flat-surface configuration corresponding to the configuration of the above-mentioned exposure field.

[0054] It is desirable that it carries out by dividing into multiple times using two or more kinds of photo masks which have opening which does not carry out at once, for example, is different, and is made to carry out by putting in block the development of after [ appropriate ] and the whole exposure field according to a development process once so that selection exposure of the photoresist film may be later mentioned at this time. Especially, with the gestalt of this operation, the sequential activity of two kinds of photo masks which have opening which is mutually different,

for example is carried out to the same photoresist film, and the field of the photoresist film corresponding to the flat-surface configuration of opening of each of these photo masks is exposed on the sequential selection target over 2 times, respectively. And he is trying to form the photoresist pattern equipped with opening which has a flat-surface configuration corresponding to the flat-surface configuration of up pole chip 14a by developing the exposure field of this photoresist film collectively.

[0055] Next, after forming a photoresist pattern according to the above-mentioned development process, while using as a seed layer the electrode layer formed in the point process, up pole chip 14a which consists of a permalloy (for example, nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is the magnetic material which has for example, high saturation magnetic flux density by the electrolysis galvanizing method is formed by using a photoresist pattern as a mask. Then, a photoresist pattern is removed. In addition, formation of magnetic-path connection 14b is also performed using the same formation ingredient as a case and the formation approach of up pole chip 14a. You may make it use above-mentioned others and nitriding iron, above-mentioned amorphous alloys, etc. (cobalt iron, zirconium cobalt iron, etc.) as a formation ingredient of up pole chip 14a and magnetic-path connection 14b.

[ permalloy / (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) ]

[0056] Next, as shown in drawing 5 and drawing 11, about about 0.3-0.4 micrometers is etched into the whole by RIE by using the both sides of up pole chip 14a and magnetic-path connection 14b (not shown [ magnetic-path connection 14b ] in drawing 11 R> 1) as a mask. Among the record gap layer 12, the lower magnetic pole 9, and the insulator layer pattern 11, fields other than the arrangement field of the both sides of up pole chip 14a and magnetic-path connection 14b are removed selectively, and are investigated by this etching processing. At this time, the part on the backside [ the insulator layer pattern 13 ] is also etched and removed. Of this etching processing, the magnetic pole part 100 which has trim structure is formed. This magnetic pole part 100 is point 14 of up pole chip 14a a (1). Point 14 of lower magnetic poles 9 a (1) It is constituted by a corresponding part and a part of record gap layer 12 pinched by both sides, and these each part has the mutual almost same width of face. processing speed when ion milling is generally used for the processing speed at the time of using RIE as the etching approach — being also good — it is quick. For this reason, the magnetic pole part 100 can be formed rather than the case where ion milling is used in a short time, by forming the magnetic pole part 100 which has trim structure using RIE. In order to form the magnetic pole part 100 especially, in case etching processing by RIE is performed, while using the etching gas containing either [ at least ] chlorine or the 2 chlorination boron, it is suitable to adjust working temperature so that it may become within the limits of 100 – 200 degrees. In the bottom of such a condition, it is because the magnetic pole part 100 can be formed more in a short time by promoting the chemical reaction of the etching processing to the lower magnetic pole 9 especially.

[0057] Next, as shown in drawing 5 and drawing 11, the insulator layer 15 which consists of an alumina is formed in the whole by the thickness of about 0.3-0.5 micrometers by sputtering.

[0058] Next, as shown in drawing 6, the thin film coil 16 of the 1st layer for the recording heads of the induction type which consists of copper (Cu) is selectively formed by the thickness of about 1.0-1.5 micrometers for example, by the electrolysis galvanizing method rather than the arrangement field of up pole chip 14a on the flat insulator layer 15 in a back field (except for the arrangement field of magnetic-path connection 14b). This thin film coil 16 has the spiral planar structure as shown in drawing 17 mentioned later, for example. In addition, some thin film coils 16 are illustrated in drawing 6 R> 6. In case the thin film coil 16 is formed, 16s of coil connections is formed on the insulator layer 15 in the trailer of the inside simultaneous at the thin film coil 16 and one. 16s of this coil connection is for connecting electrically the thin film coil 16 and coil connection 19sa (referring to drawing 8 (A)) formed in an after process.

[0059] Next, as shown in drawing 6, organic insulating materials, such as the ingredient in which a fluidity is shown at the time of heating, for example, a photoresist etc., are formed between each coil of the thin film coil 16 (16s of coil connections is included), and in its boundary region so that it may become a predetermined pattern by photolithography processing of high degree of accuracy. Next, as opposed to this photoresist, it heat-treats at the temperature within the limits of 200 – 250 degrees. By this, a photoresist flows, between each coil of the thin film coil 16 is filled without a clearance, and the insulator layer 17 for insulation-izing between each coil of the thin film coil 16 is formed. the time of forming an insulator layer 17 — an insulator layer 17 — the top face of the both sides of the thin film coil 16 and 16s of coil connections — not covering — you may make (refer to drawing 6) — a wrap — it is good even if like.

[0060] Next, as shown in drawing 6, for example, alumina layer 18p is formed by the thickness of about 3.0-4.0 micrometers by sputtering, and the concavo-convex structure field constituted by up pole chip 14a, magnetic-path connection 14b, the thin film coil 16, 16s of coil connections etc., etc. is laid underground so that the whole may be covered.

[0061] Next, flattening of the whole front face of alumina layer 18p is ground and carried out, for example by the CMP method. Thereby, as shown in drawing 7, the insulator layer 18 which lays thin film coil 16 grade underground is formed. Polish processing at this time is performed until the both sides of up pole chip 14a and magnetic-path connection 14b expose. In case surface polish of an alumina is performed, it is desirable to make it the thickness of up pole chip 14a for example, after polish set to about 1.5-2.5 micrometers. While being able to prevent that the polished surface of a CMP grinder starts blinding unlike the case where \*\*\*\*\*, such as a photoresist, are used by using inorganic insulating materials, such as an alumina, as a formation ingredient of an insulator layer 18, the front face after polish can be formed more in smoothness.

[0062] Next, as shown in drawing 7, a part of insulator layer 18 which has covered the upper part of 16s of coil

connections is etched selectively, RIE or ion milling removes it, and opening 18k for connecting coil connection 19sa (referring to drawing 8) formed in 16s of coil connections and an after process is formed.

[0063] Next, as shown in drawing 8, the thin film coil 19 of the 2nd layer which consists of copper (Cu) is selectively formed by the thickness of about 1.0–1.5 micrometers by the same electrolysis galvanizing method of a process as the case where the thin film coil 16 of the 1st layer is formed on the insulator layer 18 above the thin film coil 16 by which flattening was carried out. This thin film coil 19 has the same planar structure as the thin film coil 16. In case the thin film coil 19 is formed, simultaneous, on 16s of coil connections in the trailer of the inside, sa is formed and wiring connection 19sb is formed on the coil connection 19 insulator layer 18 in the trailer of the outside. Coil connection 19sa and wiring connection 19sb make the thin film coil 19 and one. The thin film coil 16 and the thin film coil 19 are electrically connected through 16s of coil connections, and 19sa in opening 18k. Here, wiring connection 19sb corresponds to one example of the "coil end" in this invention.

[0064] Next, as shown in drawing 8, an insulator layer 20 is selectively formed between each coil of the thin film coil 19 (coil connection 19sa and wiring connection 19sb are included), and in its boundary region using the same ingredient as a case and the formation approach of an insulator layer 17. in addition — the case where an insulator layer 20 is formed — an insulator layer 20 — the thin film coil 19 and each top face of coil connection 19sa — not covering — you may make (refer to drawing 8) — a wrap — it is good even if like. Since medium connection pattern 14e for contacting this wiring connection 19sb and connecting electrically in an after process is arranged above wiring connection 19sb, as for the front face of wiring connection 19sb, it is desirable to make it not covered with an insulator layer 20.

[0065] next, it was shown in drawing 8 — as — back end section 14of up pole chip from the upper part of insulator layer 18 14a a (3) On the flat side in the field applied up, medium connection 14c which constitutes a part of up magnetic pole 14 is selectively formed by the thickness of about 2.0–3.0 micrometers using the almost same ingredient as a case and the formation approach of up pole chip 14a and magnetic-path connection 14b. This medium connection 14c has a flat-surface configuration as shown in drawing 17 mentioned later, for example. Medium connection 14c is back end section 14of up pole chip 14a a (3). A part is overlapped selectively, it contacts and both are connected magnetically.

[0066] In case medium connection 14c is formed, while forming simultaneously 14d of magnetic-path connections which constitute a part of up magnetic pole 14 on magnetic-path connection 14b, medium connection pattern 14e is formed on wiring connection 19sb. Since the thin film coil 19 is covered with the insulator layer 20 at this time, breakage on the thin film coil 19 under the effect of the etching processing at the time of formation of medium connection 14c etc. is avoided. Medium connection pattern 14e is for connecting electrically the thin film coils 16 and 19 and coil connection wiring 14fh (referring to drawing 9) formed in an after process. The construction material and the formation approach of 14d of magnetic-path connections and medium connection pattern 14e are the same as that of cases, such as up pole chip 14a, almost. In addition, in case medium connection 14c is formed, it is desirable to make it mostly in agreement [ the location of the forefront edge ] with the location of the forefront edge of the insulator layer pattern 13 for example. Moreover, for example, the edge section by the side of before medium connection 14c makes the slant face which inclined to the flat side of a substrate. Here, medium connection pattern 14e corresponds to one example of the "coil connection pattern" in this invention. Moreover, the magnetic-path connections 14b and 14d cope with one example of "the 3rd magnetic layer part" in this invention, and the thin film coils 16 and 19, 16s of coil connections, 19sa, wiring connection 19sb, and medium connection pattern 14e correspond to one example of the "thin film coil section" in this invention.

[0067] Next, as shown in drawing 8, as the whole is covered, for example, alumina layer 21p is formed by the thickness of about 3.0–4.0 micrometers by sputtering, and the concavo-convex field constituted by medium connection 14c, 14d of magnetic-path connections, medium connection pattern 14e, and thin film coil 19 grade is laid underground.

[0068] Next, by grinding and carrying out flattening of the whole front face of alumina layer 21p, for example by the CMP method, as shown in drawing 9 R> 9, the insulator layer 21 which lays thin film coil 19 grade underground is formed. Polish processing at this time is performed until medium connection 14c, 14d of magnetic-path connections, and medium connection pattern 14e are exposed. Here, insulator layers 17, 18, 20, and 21 correspond to one example of the "coil laying-under-the-ground layer" in this invention, and the insulator layer patterns 11 and 13 and insulator layers 17, 18, 20, and 21 correspond to one example of the "insulating layer" in this invention.

[0069] Next, as shown in drawing 9, up yoke 14f which constitutes a part of up magnetic pole 14 is selectively formed in the field applied above medium connection 14c from the upper part of 14d of magnetic-path connections by the thickness of about 2.0–3.0 micrometers among the fields by which flattening was carried out. Besides, section yoke 14f is 14f (1) of yoke sections which have a flat-surface configuration as shown in drawing 17 mentioned later, and extend to the upper part field of the thin film coils 16 and 19. 14f (1) of yoke sections 14f (2) of connections which extend so that a part of medium connection 14c may be selectively overlapped in the front It contains. About the up yoke 14f structural description, it mentions later. Up yoke 14f, in the back part, while connecting with the lower magnetic pole 9 magnetically through the magnetic-path connections 14b and 14d through opening 12k, in the front part, up pole chip 14a is magnetically connected through medium connection 14c. By arranging up yoke 14f on a flat substrate, it becomes flat [ an up yoke 14f front face ].

[0070] In case up yoke 14f is formed, coil connection wiring 14fh is formed in the field simultaneously applied to the external circuit which is not illustrated from the upper part of medium connection pattern 14e. This coil connection wiring 14fh is for connecting electrically medium connection pattern 14e and the external circuit which is not



illustrated. The formation ingredient and the formation approach of up yoke 14f and coil connection wiring 14fh are the same as that of cases, such as the above-mentioned up pole chip 14a, almost. In addition, in case up yoke 14f is formed, while the forefront edge shifts back and making it located for example, rather than the location of the upper bed in the edge side by the side of before medium connection 14c, it is made mostly in agreement [ the location of the last edge ] with the location of the magnetic-path connections [ 14b and 14d ] last edge. The three-dimensional structure in the circumference of 14f (2) of connections at this time came to be shown in drawing 12 . Here, up yoke 14c corresponds to one example of "the 2nd magnetic layer part" in this invention, and coil connection wiring 14fh corresponds to one example of the "conductive layer pattern" in this invention. Moreover, the up magnetic pole 14 constituted by up pole chip 14a, medium connection 14c, magnetic-path connectionsb [ 14 ] and 14d, and up yoke 14f corresponds to one example of the "1st magnetic layer" in this invention.

[0071] Next, as shown in drawing 9 , the overcoat layer 22 which consists of an alumina is formed by the thickness of about 20-40 micrometers by sputtering so that the whole may be covered. Finally, the air bearing side 90 of a recording head and the reproducing head is formed according to machining or a polish process, and the thin film magnetic head is completed.

[0072] He is trying to form the photoresist pattern used for formation of up pole chip 14a by performing multiple-times exposure to the same photoresist film especially using two or more photo masks by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, as described above. By using the photoresist pattern formed by such technique, it is point 14of up pole chip 14a a (1) especially. It can form in high degree of accuracy. Below, with reference to drawing 13 and drawing 14 , the operation and effectiveness about the formation approach and the formation approach of up pole chip 14a which is one of the descriptions of the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation are first explained to a detail. In addition, suppose that it is the same as that of the case of drawing 1 - drawing 12 about each notation about X in both drawings, Y, and Z shaft orientations.

[0073] In drawing 13 , (A) expresses the flat-surface configuration of the 1st photo mask 31 used in the 1st exposure process, and (B) expresses the flat-surface configuration of the field (1st exposure field 131y) of the photoresist film 131 exposed in the 1st exposure process. (C) expresses the flat-surface configuration of the 2nd photo mask 32 used in the 2nd exposure process, and (D) expresses the flat-surface configuration of the field (2nd exposure field 132y) of the photoresist film 131 exposed in the 2nd exposure process. In drawing 14 , (A) expresses the flat-surface configuration of the photoresist pattern 133 obtained by developing the whole exposure field (synthetic exposure field 133y) of the photoresist film 131 shown in drawing 13 (D), and (B) expresses the flat-surface configuration of up pole chip 14a formed using the photoresist pattern 133.

[0074] The 1st photo mask 31 shown in drawing 13 (A) is equipped with opening 31x which have the flat-surface configuration of for example, a T character mold. These opening 31x are point 14of up pole chip 14a (refer to drawing 17 ) a (1). The part of large width of face is included rather than it occupies a constant width part longer than a corresponding flat-surface configuration and an after that side. The width of face of this constant width part is point 14of up pole chip 14a formed eventually a (1). It is the same as that of width of face W1. As shown in drawing 13 (B), at the 1st exposure process, the 1st photo mask 31 is arranged in the position on the photoresist film 131, and the predetermined field of the photoresist film 131 is selectively exposed through opening 31x of the 1st photo mask 31.

[0075] the "position" on the photoresist film 131 which arranges the 1st photo mask 31 here — an after process — setting — point 14of up pole chip 14a a (1) It is a location corresponding to the location formed. In case the 1st photo mask 31 is arranged, it is made to perform alignment to the photoresist film 131 so that the last edge of opening 31x may be located in a front [ "location / P2" (the location of the forefront edge of the insulator layer pattern 13; refer to drawing 9 ) ] side. Specifically, it is point 14of up pole chip 14a a (1). Alignment of opening 31x is carried out to the flat field formed on the flat record gap layer 12 among the photoresist film 131, and the 1st exposure process is performed so that the whole may be formed on the flat record gap layer 12.

[0076] 1st exposure field 131y is formed in the photoresist film 131 of this 1st exposure process. 1st exposure field 131y is point 14of up pole chip 14a a (1). Although it is the field which extended back for a long time than a corresponding field, it is made as [ come / to a location P2 / the back end edge ]. Thus, amplification of the exposure field to the cross direction can be especially prevented for the following reasons by performing the 1st exposure process only in the part formed on the flat record gap layer 12 among the photoresist film 131. That is, in performing an exposure process on a substrate including a slant surface part, much reflected lights reflected in a longitudinal direction or the direction of slant arise from the slant surface part of a substrate. These reflected lights will also expose parts of the photoresist film 131 and other than an original exposure field. For this reason, an exposure field will be expanded and the part corresponding to the constant width part which has the very minute width of face of opening 31x especially will be expanded crosswise. On the other hand, with the gestalt of this operation, since the 1st exposure process is performed on the flat substrate, the amplification inclination of the exposure field under the effect of the above reflected lights is controlled. Here, 1st exposure field 131y corresponds to one example of the "1st field" in this invention.

[0077] The 2nd photo mask 32 shown in drawing 13 (C) is pars intermedia 14a (2) in up pole chip 14a. And back end section 14a (3) (refer to drawing 17 ) It has opening 32x which have a corresponding flat-surface configuration. As shown in drawing 13 (D), after arranging the 2nd photo mask 32 in the position on the photoresist film 131 which has 1st exposure field 131y, at the 2nd exposure process, the predetermined field of the photoresist film 131 is selectively exposed through opening 32x of the 2nd photo mask 32. 2nd exposure field 132y is formed in the

photoresist film 131 of this 2nd exposure process. In case the 2nd photo mask 32 is arranged, it is made to perform alignment here so that the forefront edge of opening 32x may be located in a front [ location / of the last edge of 1st exposure field 131y ] side. thereby — the part on the backside of the 1st exposure field 131y — a field (upper part part in drawing), and the part by the side of before 2nd exposure field 132y — a field (lower part part in drawing) overlaps selectively, and synthetic exposure field 133y including this duplication field is formed. The flat-surface configuration of this synthetic exposure field 133y is equivalent to the flat-surface configuration of up pole chip 14a. Here, 2nd exposure field 132y corresponds to one example of the "2nd field" in this invention.

[0078] Thus, with the gestalt of this operation, the exposure processing (exposure processing of the part corresponding to point 14a (1)) to the photoresist film 131 on a flat substrate and the exposure processing (exposure processing of the part corresponding to pars intermedia 14a (2) and back end section 14a (3)) to the photoresist film 131 on a substrate including a slant surface part are divided, and are performed. for this reason, one exposure — point 14a (1) . pars intermedia 14a (2) Back end section 14a (3) up to — unlike the case where one-shot exposure is carried out, the adverse effect by the reflected light from the slant surface part of a substrate is avoidable.

[0079] Moreover, with the gestalt of this operation, the adverse effect by defocusing (focal gap) based on the difference of the height of a substrate is also avoidable. That is, naturally, since the best focus locations at the time of exposure differ, if both are collectively exposed like before, in either or the both sides of a flat part and a slant surface part, a focal gap will arise in a flat part and a slant surface part. On the other hand, with the gestalt of this operation, since it exposes independently in a flat part and a slant surface part, exposure in the best focus condition in each part is attained. For this reason, sharp patterning becomes possible.

[0080] Finally, the photoresist pattern 133 which has opening 133z as shown in drawing 14 (A) is formed by developing synthetic exposure field 133y of the photoresist film 131 collectively. The flat-surface configuration of opening 133z is equivalent to the flat-surface configuration of up pole chip 14a, and reflects mostly the flat-surface configuration of synthetic exposure field 133y shown in drawing 13 (D). Therefore, by enforcing the frame galvanizing method using this photoresist pattern 133, as shown in drawing 14 (B), it is point 14a (1) especially. Up pole chip 14a can be formed so that width of face may turn into the design width of face W1 and that width of face may become fixed over the whole region.

[0081] Here, still more useful operation and effectiveness in the case of using the formation approach of up pole chip 14a which was described above with reference to drawing 15 and drawing 16 are explained.

[0082] Although the die length L10 of the field where 1st exposure field 131y and 2nd exposure field 132y overlap was fully secured in the example shown in drawing 13 (D), it is pars intermedia 14a (2), for example. When there is a request of wanting to shorten die length, the overlap die length L10 is also as short as possible, and it is necessary to carry out. It is because the adverse effect by the echo from the above-mentioned substrate is nonavoidable as a result of 1st exposure field 131y's approaching on the insulator layer pattern 13 across "a location P2" if this die length L10 is too long. Therefore, it is desirable to shorten the die length L10 of the duplication field of both the exposure field as much as possible.

[0083] However, when it carries out as [ be / 1st exposure field 131y / only the part of constant width ] as shown in drawing 15 (A) for example, and die length L10 is shortened too much, the following inconvenience arises. Namely, as a radius of circle arises into the back end part of 1st exposure field 131y in the 1st exposure process under the effect of the slight reflected light reflected from the front face of the minute concavo-convex field of a substrate, consequently it was shown in drawing 15 (B) Among opening 133z of the photoresist pattern 133 formed eventually, the width of face of the part corresponding to the duplication part of 1st exposure field 131y and 2nd exposure field 132y becomes very narrow, and serves as a configuration which was narrowed down. The part corresponding to the above-mentioned duplication part of the photoresist patterns 133 is point 14of up pole chip 14a formed using this photoresist pattern 133 a (1). Pars intermedia 14a (2) It is reflected in the configuration for a connection. Namely, point 14of up pole chip 14a a (1) Pars intermedia 14a (2) It becomes the configuration in which the joining segment was narrow. in such a case, pars intermedia 14a (2) from — point 14a (1) It becomes a serious failure at the time of magnetic flux spreading.

[0084] On the other hand, since 1st exposure field 131y has the T character mold configuration with the gestalt of this operation, For example, as shown in drawing 16 (A), even if a radius of circle arises into the back part of 1st exposure field 131y A part for the connection of sufficient width of face is formed in the part corresponding to the duplication part of 1st exposure field 131y of the photoresist patterns 133 ( drawing 16 (B)) formed eventually, and 2nd exposure field 132y. in this case, point 14of up pole chip 14a formed eventually a (1) Pars intermedia 14a (2) since the width of face of the part corresponding to a part for a connection is fully securable — pars intermedia 14a (2) from — point 14a (1) Magnetic flux spreads smoothly. Therefore, sufficient over-writing property is securable.

[0085] Next, effectiveness other than the above-mentioned point in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is explained.

[0086] He is trying to use inorganic materials with a comparatively low reflection factor, such as an alumina, as a formation ingredient of the mask precursive layer 110 by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation. For this reason, photolithography processing is performed to the photoresist film arranged on the mask precursive layer 110, and when forming Masks 80a and 80b by carrying out patterning of the photoresist film, generating of the reflected light reflected from the front face of a substrate (mask precursive layer 110) at the time of exposure can be controlled. Therefore, an escape or a cutback of an exposure field under the effect of the reflected light etc. is controlled, and Masks 80a and 80b can be formed in high degree of



accuracy.

[0087] Moreover, the alumina used as a formation ingredient of the mask precursive layer 110 has an etch rate—ed slower than charges of soft wood, such as for example, photoresist film. In case the lower magnetic pole 9 is selectively etched according to the material property of such an alumina using the pattern masks 10a and 10b formed by carrying out patterning of the mask precursive layer 110, the amount into which pattern mask 10a and the 10b itself are etched is reduced. For this reason, it is avoidable that parts other than the etching object domain of the lower magnetic poles 9 are etched, and the thickness of the lower magnetic pole 9 loses in weight.

[0088] Moreover, with the gestalt of this operation, since the conditions at the time of performing etching processing especially (for example, etching gas, working temperature, etc.) are rationalized using the etching processing by RIE as the formation approach of the pattern masks 10a and 10b, and the formation approach of the magnetic pole part 100, etching processing can be performed rather than the case where ion milling is used in a short time. Therefore, the pattern masks 10a and 10b and the magnetic pole part 100 can be formed in a short time.

[0089] Moreover, with the gestalt of this operation, as shown in drawing 8 and drawing 9, medium connection pattern 14e is arranged on wiring connection 19sb. Since it was made for the location of the top face of medium connection pattern 14e to become higher than the location of the top face of the both sides of 14d of medium connection 14c \*\*\*\*\* connections. When the front face of an alumina is ground in order to form an insulator layer 21 after covering at least these each part with an alumina, medium connection pattern 14e can also be exposed with the both sides of 14d of medium connection 14c \*\*\*\*\* connections. For this reason, in order to connect wiring connection 19sb and coil connection wiring 14fh unlike the case where medium connection pattern 14e is not formed, the process which removes a part of insulator layer 21, and forms opening becomes unnecessary. And since medium connection pattern 14e is formed of the same process as the both sides of medium connection 14c and 14d of magnetic-path connections, in order to form medium connection pattern 14e, it does not need a new process. Therefore, the number of production processes is reducible.

[0090] moreover, with the gestalt of this operation, as a formation ingredient of the insulator layers 17 and 20 which embed between each coil of the both sides of the thin film coil 16 (16s of coil connections is included), and the thin film coil 19 (coil connection 19sa and wiring connection 19sb are included) Since organic insulating materials, such as a photoresist which shows a fluidity, were used at the time of heating Unlike the case where inorganic insulating materials, such as an alumina in which a fluidity is not shown, are used at the time of heating, between each coil of the thin film coil 16 and 19 grades can be filled without a clearance, and it can insulate certainly.

[0091] Moreover, as shown in drawing 5 – drawing 7, in order to form the magnetic pole part 100 which has trim structure with the gestalt of this operation, when performing etching processing by RIE, Since fields other than the arrangement field of the both sides of up pole chip 14a and magnetic-path connection 14b are etched uniformly and investigated, the location of the front face of the arrangement field of the thin film coil 16 is point 14of up pole chip 12a a (1). It becomes lower than a location at the bottom. For this reason, since the insulator layer 18 which has sufficient thickness is arranged above the thin film coil 16, between the thin film coil 16 and the thin film coils 19 formed in an after process can be insulated certainly.

[0092] With reference to <the structure of the thin film magnetic head> next drawing 9, drawing 1212, and drawing 17, the structure of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is explained.

[0093] Drawing 17 expresses the outline of the planar structure of the thin film magnetic head manufactured by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation. In addition, in drawing 17, the graphic display of insulator layers 17, 18, 20, and 21 and overcoat layer 22 grade is omitted. Moreover, only a part for the outermost periphery is illustrated about the thin film coils 16 and 19, only the outermost edge is illustrated about the insulator layer pattern 11, and only the part is illustrated about the insulator layer pattern 13. Drawing 9 (A) is equivalent to the view cross section which met the IXA-IXA line in drawing 17. In addition, suppose that it is the same as that of the case of drawing 1 – drawing 1616 about each notation about X in drawing 17, Y, and Z shaft orientations.

[0094] As shown in drawing 9, drawing 12, and drawing 17, the location of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 is the location used as the criteria at the time of determining throat height (TH), i.e., a throat height zero location, (TH0 location). Throat height (TH) is specified as die length from the location (TH0 location) of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 to the location of the air bearing side 90. Moreover, the “MRH0 location” in drawing expresses the location of the last edge of the MR film 5, i.e., MR height zero location. MR height (MRH) is the die length from MR height zero location to the location of the air bearing side 90. a throat height zero location (TH0 location) and MR height zero location (MRH0 location) — about [ for example, ] — I am doing one.

[0095] The up magnetic pole 14 is constituted by up pole chip 14a [ which was formed separately, respectively ], medium connection 14c, magnetic-path connectionsb [ 14 ] and 14d, and up yoke 14f. That is, the up magnetic pole 14 is the aggregate like these each part.

[0096] Up yoke 14f is 14f (1) of yoke sections which have a big area for holding the magnetic flux generated with the thin film coils 16 and 19. 14f (1) of yoke sections 14f (2) of connections which have small constant width It contains. 14f (1) of yoke sections Width of face narrows gradually as it is almost fixed in the way section after that and approaches the air bearing side 90 in the front section. 14f (2) of moreover, connections Width of face is larger than the width of face of medium connection 14c mentioned later, for example. 14f (2) not only of however, such [ not necessarily ] a case but connections You may make it width of face become smaller than the width of face of medium connection 14c.

[0097] Medium connection 14c is back end section 14a [ in / it has a rectangle-like flat-surface configuration and / in the width of face / up pole chip 14a ] (3). It is larger than width of face. However, the width of face of medium connection 14c is back end section 14a (3). You may make it become smaller than width of face.

[0098] Up pole chip 14a is point 14a (1) to the order from for example, the air bearing side 90 side. Pars intermedia 14a (2) And back end section 14a (3) It contains. These each part has the rectangle-like flat-surface configuration, respectively, for example. Point 14a (1) has almost fixed width of face over that whole region, and this width of face demarcates the recording track width of face at the time of record. Pars intermedia 14a (2) Width of face is point 14a (1). It is larger than width of face, and is back end section 14a (3). Width of face is pars intermedia 14a (2). It is larger than width of face. Namely, point 14a (1) Pars intermedia 14a (2) The crosswise level difference is formed in the joining segment.

[0099] Pars intermedia 14a in the level difference section of up pole chip 14a (2) Rather than the location of for example, TH0 location (or MRH0 location), near level difference side 14ad shifts back, and is located. Rather than the location of level difference side 12ad, edge side 14ct by the side of before medium connection 14c shifts back, is located, and is mostly in agreement with the location of the forefront edge of the insulator layer pattern 13. Rather than the location of edge side 14ct, edge side 14ft by the side of up yoke 14f before shifts back, and is located. That is, both medium connection 14c and up yoke 14f, it is arranged so that it may separate from the air bearing side 90 and may be located. In addition, when not necessarily above, it may be made for the location of an arrangement location [ medium connection 14c and / up yoke 14f ] of edge side 14ct to correspond with the location of level difference side 14ad, or you may make it its location of the both sides of edge side 14ct and edge side 14ft correspond with the location of level difference side 14ad. The core of each cross direction of up yoke 14f and medium connection 14c and up pole chip 14a is mutually in agreement.

[0100] Point 14a in up pole chip 14a (1) It is suitable for the include angle gamma in the corner section which a side edge side and level difference side 14ad cross to make it become within the limits of 90 degrees thru/or 120 degrees. pars intermedia 14a (2) from — point 14a (1) It is for making the flow of the going magnetic flux carried out smoothly. In addition, drawing 17 shows the case where an include angle gamma is about 90 degrees.

[0101] The part by the side of up yoke 14f before is overlapped as selectively as a part of medium connection 14c, and is connected magnetically, and a part of medium connection 14c is back end section 14of up pole chip 14a a (3). A part is overlapped selectively and it is connected magnetically. On the other hand, a part of up yoke 14f back is magnetically connected also with the lower magnetic pole 9 through the magnetic-path connections 14b and 14d in opening 12k (not shown in drawing 17 ). That is, the propagation path of magnetic flux, i.e., a magnetic path, is formed by connecting the up magnetic pole 14 (up pole chip 14a, medium connection 14c, magnetic-path connectionsb [ 14 ] and 14d, and up yoke 14f) and the lower magnetic pole 9.

[0102] For the insulator layer pattern 11, the location P1 of the forefront edge is point 14a (1) in up pole chip 14a. It is arranged in a wide range field which is in an extension field, for example, includes the arrangement field (except for a magnetic-path connections [ 14b and 14d ] arrangement field) of the both sides of the up magnetic pole 14 and the thin film coils 16 and 19 at least. The location P2 of the forefront edge retreats rather than the location P1 of the forefront edge of the insulator layer pattern 11, and the insulator layer pattern 13 is arranged in the lower part field of the back part of up pole chip 14a. At drawing 9 (A), drawing 12 , and drawing 17 , the location P2 of the forefront edge of the insulator layer pattern 13 is pars intermedia 14of up pole chip 14a a (2), for example. Back end section 14a (3) The case where it is retreating rather than the connection location is shown.

[0103] As shown in drawing 17 , both the thin film coils 16 and 19 are coil objects which have a spiral flat-surface configuration. 16s of coil connections and terminal 16x are formed in the trailer inside the thin film coil 16, and the outside trailer, respectively. Both make the thin film coil 16 and one. Coil connection 19sa and wiring connection 19sb are formed in the trailer inside the thin film coil 19, and the outside trailer, respectively. Both both make the thin film coil 19 and one. The thin film coils 16 and 19 are electrically connected through 16s of coil connections, and 19sa. Moreover, medium connection pattern 14e is formed on wiring connection 19sb, and the thin film coils 16 and 19 and coil connection wiring 14fh are electrically connected through wiring connection 19sb and medium connection pattern 14e. It connects with the external circuit which is not illustrated and both the back end sections (not shown) of terminal 16x and coil connection wiring 14fh can make now the thin film coils 16 and 19 energize by this external circuit.

[0104] It is back end section 14of up pole chip 14a a (3) so that drawing 9 (A), drawing 12 , and drawing 17 may show. It is arranged on the flat record gap layer 12, and parts other than a back part are back end section 14a (3). The back part is arranged on the slant surface part of the insulator layer pattern 13.

[0105] Next, with reference to drawing 9 (A), drawing 12 , and drawing 17 , an operation of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is explained.

[0106] First, fundamental actuation of the thin film magnetic head, i.e., record actuation of the data to a record medium, and playback actuation of the data from a record medium are explained briefly.

[0107] In the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, if a current flows in the thin film coils 16 and 19 through the external circuit which is not illustrated at the time of informational record actuation, magnetic flux will occur according to this. the magnetic flux generated at this time — up yoke 14f — inside — 14f (1) of yoke sections from — 14f (2) of connections Back end section 14of medium connection 14c [ which spreads and is magnetically connected with up yoke 14f ], and up pole chip 14a a (3) going — further — pars intermedia 14a (2) from — point 14a (1) It spreads. Point 14a (1) The spread magnetic flux reaches a part for the point by the side of the air bearing side 90 further, and makes the about 12 record gap layer exterior generate the signal field for record.

By this signal field, a magnetic-recording medium can be magnetized selectively and information can be recorded.  
 [0108] On the other hand, a sense current is passed on the MR film 5 of the reproducing-head section at the time of playback. Since the resistance of the MR film 5 changes according to the regenerative-signal field from a magnetic-recording medium, it can read the information currently recorded on the magnetic-recording medium by detecting the resistance change by change of a sense current.

[0109] Next, with reference to drawing 9, drawing 12, and drawing 17, the characteristic operation and the effectiveness of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation are explained.

[0110] The insulator layer pattern 11 is arranged in crevice 9J prepared in the lower magnetic pole 9 in the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation. This insulator layer pattern 11 functions as a shielding material of magnetic flux, and controls the flow (magnetic flux should leak) of the magnetic flux which goes to a lower part field from that upper part field. For the insulator layer pattern 11, the forefront edge is point 14a (1) in up pole chip 14a. While being located in an extension field, in a back field, it has extended widely covering the cross direction and the die-length direction including a part of arrangement field of up pole chip 14a rather than the location of the forefront edge. It can control that pass the up pole chip 14a record gap layer 12, and magnetic flux spreads to the lower magnetic pole 9 in the field corresponding to the arrangement field of the insulator layer pattern 11 by existence of this insulator layer pattern 11.

[0111] It is point 14a (1) that there is no big loss of the magnetic flux which flowed into up pole chip 14a in the propagation process of the magnetic flux in the up magnetic pole 14 while fully being able to supply the magnetic flux which was generated with the thin film coils 16 and 19 in this thin film magnetic head from these things unlike the conventional thin film magnetic head shown in drawing 33 to up yoke 14f without a big loss. It can supply. For this reason, point 14a (1) Required sufficient magnetic flux will reach at a head. Therefore, it becomes possible to secure the outstanding over-writing property. Moreover, attainment of magnetic flux other than the recording head section, for example, attainment of the magnetic flux to the MR film 5 of the reproducing-head section, can be controlled by existence of the insulator layer pattern 11. In addition, while the insulator layer pattern 11 controls that magnetic flux spreads from up pole chip 14a to the lower magnetic pole 9, it can also control that magnetic flux spreads from the lower magnetic pole 9 to up pole chip 14a.

[0112] Moreover, the field corresponding to field 112S in the conventional thin film magnetic head shown in drawing 33 with the gestalt of this operation, Namely, the field which a part of back end section 14a (3) of up pole chip 14a and a part of medium connection 14c overlap, and touches (it is also only hereafter called "a magnetic connected surface".) The insulator layer pattern 13 is arranged in field 14S corresponding to 14R so that the record gap layer 12 other than the insulator layer pattern 11 may be touched. This insulator layer pattern 13 as well as the case of the insulator layer pattern 11 functions as a shielding material of magnetic flux, and controls the leakage of magnetic flux. Thus, when the leakage inclination of magnetic flux arranges the insulator layer pattern 13 in remarkable field 14S, the magnetic-flux shielding effect and interval of the insulator layer pattern 11 can control more certainly the leakage of the magnetic flux in field 14S. This point also contributes to the outstanding reservation of an over-writing property.

[0113] Moreover, point 14a which constitutes up pole chip 14a from a gestalt of this operation (1) Pars intermedia 14a (2) Back end section 14a (3) Since it was made for each width of face W1 and W2 and W3 to serve as relation of  $W1 < W2 < W3$ . The permissible dose of the magnetic flux which can be held in the interior like above-mentioned each part (it is only hereafter called "magnetic volume".) Respectively if V1, V2, and V3, the relation of the magnetic volume of a between will also be set to  $V1 < V2 < V3$  by at least each part. for this reason, the magnetic flux which carried out the flow rate to up pole chip 14a — back end section 14a (3) from — pars intermedia 14a (2) going — point 14a (1) in the process to spread, it converges gradually according to a gradual reduction of magnetic volume — having — point 14a (1) \*\*\*\* — sufficient quantity of magnetic flux is supplied. Thus, the saturation phenomenon of the magnetic flux in the propagation process of magnetic flux is avoided by rationalizing the magnetic volume like each part which constitutes up pole chip 14a. This point also contributes to the outstanding reservation of an over-writing property.

[0114] Moreover, point 14a in up pole chip 14a since it was made for the location P2 of the forefront edge of the insulator layer pattern 13 to retreat with the gestalt of this operation rather than the location P1 of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 (1) Magnetic volume is securable proper. For this reason, it sets in the propagation process of magnetic flux, and is point 14a (1). The saturation of inner magnetic flux is avoidable.

[0115] Moreover, with the gestalt of this operation, since a ferronickel alloy, nitriding iron, or amorphous alloys (a cobalt iron alloy, zirconium cobalt iron alloy, etc.) etc. which have high saturation magnetic flux density are used as a formation ingredient of the up magnetic poles 14 (up pole chip 14a etc.) and the lower magnetic pole 9, propagation of the magnetic flux in the interior of the up magnetic pole 14 and the lower magnetic pole 9 can be carried out smoothly. Thereby especially, like [ of the lower magnetic pole 9 which can set the insulator layer pattern 11 caudad / a part of ], even if a part of thickness of the magnetic layer part which constitutes a magnetic path decreases and the area of the passage field of magnetic flux contracts, the saturation of the magnetic flux in this part can be avoided.

[0116] Moreover, with the gestalt of this operation, since the slant face was made near the forefront edge of the insulator layer pattern 13, it can be carried out smoothly in the flow of the magnetic flux in up pole chip 14a [ / above this slant surface part ].

[0117] Moreover, with the gestalt of this operation, since the edge side by the side of before medium connection 14c made the slant face which inclined to the flat side of a substrate, it can be carried out smoothly in the flow of

the magnetic flux which flows into up pole chip 14a from medium connection 14c.

[0118] Moreover, with the gestalt of this operation, since medium connection 14c and each up yoke 14f forefront edge separate from the location of the air bearing side 90 back and it was made to be located, it is avoidable that magnetic flux is directly emitted from these parts to the air bearing side 90 side. For this reason, generating of a side erosion phenomenon can be prevented.

[0119] moreover, with the gestalt of this operation, since up yoke 14f was formed on the substrate which carried out flattening by polish processing, it comes out and requires forming up yoke 14f in high degree of accuracy. Such effectiveness is the same when forming medium connection 14c, 14d of magnetic-path connections, coil connection wiring 14fh, etc. on a flat substrate besides up yoke 14f.

[0120] Although up pole chip 14a was formed through the exposure process of 2 times, it is not necessarily restricted to this and you may make it form through 3 times or more of exposure processes by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation which is <a modification about the manufacture approach of the thin film magnetic head>. Also in this case, the same effectiveness as the case of the gestalt of the above-mentioned implementation can be acquired. Moreover, you may make it not necessarily form through a one-time exposure process not through the exposure process of multiple times about formation of magnetic layer parts other than up pole chip 14a, for example, medium connection 14c, magnetic-path connection 14b, 14d medium connection pattern 14e, and up yoke 14f, coil connection wiring 14fh, etc. At least, the formation approach of a magnetic layer part of passing through the exposure process of the above multiple times is useful, when forming on the flat field on the substrate of the magnetic layer parts (for example, up pole chip 14a) constituted including the part A (for example, point 14a (1)) which has very minute width of face of having the both sides of a slant-face field and a flat field for Part A. When the formation field of a magnetic layer part is flat, in order to simplify a formation process, it is desirable to form this magnetic layer part through a one-time exposure process.

[0121] Moreover, although RIE was used with the gestalt of this operation as the etching approach at the time of processing the mask precursive layer 110 and the magnetic pole part 100, it is not necessarily restricted to this and you may make it use ion milling. However, it is suitable to use RIE, if it is going to shorten the time amount which etching processing takes as described above.

[0122] Moreover, although the up magnetic poles 14 of each magnetic layer part which constitutes the thin film magnetic head (up pole chip 14a and up yoke 14f etc.), the lower shielding layer 3, the up shielding layer 7, etc. were formed by the electrolysis galvanizing method with the gestalt of this operation It is not necessarily restricted to this and you may make it form each above-mentioned magnetic layer part by the same technique as the case where the lower magnetic pole 9 is formed for example. You may make it form by sputtering. That is, after, forming the precursive layer which consists of a predetermined ingredient (for example, nitriding iron) by sputtering for example, patterning of the precursive layer is carried out by ion milling using the mask which has a predetermined configuration and construction material. In addition, you may make it use RIE besides the above-mentioned ion milling as the etching approach in such a case. When using RIE, etching processing can be performed rather than the case where ion milling is used in a short time. Moreover, the inconvenience at the time of forming each magnetic layer part (loss of weight of the thickness of a magnetic layer part etc.) is avoidable with the same operation as the case of the mask precursive layer 110 which consists of the above-mentioned alumina by using inorganic insulating materials, such as an alumina, as a formation ingredient of the mask for carrying out patterning of the precursive layer especially.

[0123] Moreover, although Masks 80a and 80b were formed by carrying out patterning of the photoresist film by photolithography processing with the gestalt of this operation, it is not necessarily restricted to this. After making it form Masks 80a and 80b or forming a precursive layer by growing up the plating film by other, for example, electrolysis, galvanizing method [ approaches / above ], you may make it form Masks 80a and 80b by performing and carrying out patterning of the etching processing to this precursive layer. In addition, you may make it use the thing same as the above-mentioned plating film in such a case, or a formation ingredient of a precursive layer as formation ingredients, such as up pole chip 14a in the gestalt of the above-mentioned implementation. Moreover, you may make it use sputtering and the electrolysis galvanizing method, and may make it use ion milling and RIE as the above-mentioned etching approach as a method of forming the above-mentioned precursive layer.

[0124] Moreover, although the photoresist was used as a formation ingredient of insulator layers 17 and 20, it is not necessarily restricted to this and you may make it use polyimide resin, SOG (Spin on glass), etc. which show a fluidity like a photoresist at the time of heating with the gestalt of this operation.

[0125] moreover — although the permalloy which has high saturation magnetic flux density, nitriding iron, or an amorphous alloy was used with the gestalt of this operation as a formation ingredient of the up magnetic poles 14 (up pole chip 14a and up yoke 14f etc.) or lower magnetic pole 9 grade — these — others — for example, you may make it use a nickel cobalt iron alloy (FeCoNi) In such a case, it is suitable to, make the rate of each metal component in a nickel cobalt iron alloy into about Fe:Co:nickel=40 % of the weight:30 % of the weight:30 % of the weight for example. The nickel cobalt iron alloy which has such a presentation has the above-mentioned permalloy, etc. an EQC, or the high saturation magnetic flux density beyond it.

[0126] Moreover, although the permalloy which has the presentation of nickel:Fe=80:20 (% of the weight) as a formation ingredient of the lower shielding layer 3 and the up shielding layer 7 was used with the gestalt of this operation It is not necessarily restricted to this, may make it use nitriding iron and amorphous alloys (cobalt iron, zirconium cobalt iron, etc.), and Or you may make it use the permalloys (for example, nickel:Fe=45 % of the weight:

55 etc. % of the weight etc.) which changed a presentation which was described above.

[0127] Moreover, with the gestalt of this operation, although sputtering was used as the formation technique, using an alumina as a formation ingredient of the record gap layer 12, it is not necessarily restricted to this. You may make it use inorganic insulating materials, such as a silicon oxide, others (AlN), for example, aluminum nitride, and a silicon nitride, or may make it use non-magnetic metal, such as a tantalum (Ta), a titanium tungsten (WTi), and titanium nitride (TiN), as a formation ingredient of the record gap layer 12. [ alumina ] moreover — as the formation approach of the record gap layer 12 — CVD (Chemical Vapor Deposition) besides sputtering — you may make it use law By forming the record gap layer 12 using such an approach, it can control that a pinhole etc. contains in a gap layer. Therefore, this point also contributes to evasion of the leakage phenomenon of the magnetic flux through the record gap layer 12.

[0128] In the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation which is <a modification about the structure of the thin film magnetic head> Back end section 14a in field 14S corresponding to [ as shown in drawing 12 ] magnetic connected surface 14R in the insulator layer pattern 13 (refer to drawing 9 ), i.e., up pole chip 14a, (3) Although it was made to be arranged only in some lower part fields it is not necessarily restricted to this and was shown in drawing 18 — as — back end section 14a (3) from — point 14a (1) It extends to the field to apply and you may make it arranged. In such a case, by existence of the insulator layer pattern 13, it can respond to the arrangement range of the insulator layer pattern 13, and can depend, and the leakage of the magnetic flux from up pole chip 14a in a large field to the lower magnetic pole 9 can be controlled. In addition, in extending the arrangement field of the insulator layer pattern 13, the forefront edge shifts to the backside [ location / of the forefront edge of the insulator layer pattern 11 ], and it makes it located as described above. Point 14a (1) It is for securing magnetic volume proper and avoiding the saturation of the magnetic flux in the interior.

[0129] Moreover, point 14a in which up pole chip 14a has mutually different width of face with the gestalt of this operation as shown in drawing 12 (1) Pars intermedia 14a (2) Back end section 14a (3) Although it was made to be constituted by three parts Unless it is not necessarily restricted to this and propagation of the magnetic flux in up pole chip 14a is checked, it is possible to change the configuration of up pole chip 14a freely. As shown in drawing 19 , specifically, they are two parts (1), i.e., point 14a, instead of up pole chip 14a. Corresponding point 114a (1) This point 114a (1) Back end section 114a which has big width of face (2) You may make it use up pole chip 114a constituted. Also in this case, effectiveness almost equivalent to the case where up pole chip 14a is used can be acquired by adjusting the magnetic volume like each part which constitutes up pole chip 114a. In addition, although drawing 12 and drawing 19 show the case where at least each each part of up pole chip 14a and up pole chip 114a is making the shape of a rectangle, it is not necessarily restricted to this and you may make it make configurations other than the shape of a rectangle.

[0130] Moreover, although the record gap layer 12 in the boundary region, the lower magnetic pole 9, and the insulator layer pattern 11 are also etched and it was made to investigate to the whole with the gestalt of this operation as shown in drawing 12 when forming the magnetic pole part 100 by etching processing, it is not necessarily restricted to this and you may make it investigate only the field by the side of a front [ location / of the forefront edge of the insulator layer pattern 13 ], as shown in drawing 19 . Of course, you may make it use up pole chip 14a instead of up pole chip 114a in drawing 19 . In addition, in drawing 19 , structures other than the above-mentioned point are the same as that of the case of drawing 12 .

[0131] Moreover, although the gestalt of this operation explained the case where an up yoke (14f) consisted of monolayer structure of a permalloy (refer to drawing 9 ), as it is not necessarily restricted to this and was shown in drawing 20 , even if like, it is good [ an up yoke consists of structure where the laminating of the high saturation-magnetic-flux-density material layers 91, such as a permalloy, and the inorganic insulating material layers 92, such as an alumina was carried out by turns (214f), and ]. By making an up yoke into such structure, generating of the eddy current in a magnetic path can be prevented, and a RF property can be raised. In addition, in drawing 20 , parts other than up yoke 214f are the same as that of the case of above-mentioned drawing 9 .

[0132] Moreover, although the up shielding layer 7 and the lower magnetic pole 9 are formed as another object and the insulator layer 8 was arranged among both with the gestalt of this operation, it is not necessarily restricted to this and you may make it not arrange an insulator layer 8 among both. In such a case, the up shielding layer 7 and the lower magnetic pole 9 are formed as one, and you may make it become a monolayer.

[0133] Moreover, although 16s of coil connections and 19sa are arranged in the trailer inside [ each ] the thin film coils 16 and 19 and wiring connection 19sb was arranged in the trailer of the outside of the thin film coil 19 with the gestalt of this operation It is not necessarily restricted to this, and the coil connection 16 and the arrangement location of 19sa are changed outside from the inside, for example, you may make it change the arrangement location of wiring connection 19sb into the inside from an outside. In such a case, it is desirable to change similarly the arrangement location of medium connection pattern 14e and coil connection wiring 14fh with modification of the arrangement location of wiring connection 19sb.

[0134] [The gestalt of the 2nd operation], next the gestalt of operation of the 2nd of this invention are explained.

[0135] First, with reference to drawing 21 - drawing 27 , the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head as the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained. In addition, since it is embodied by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, it combines below and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is explained. In drawing 21 - drawing 24 , (A) shows a cross section vertical to an air bearing side, and (B) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

Drawing 25 - drawing 27 are the perspective views corresponding to main production processes. Here, drawing 25 corresponds to the condition which showed in drawing 21, drawing 26 corresponds to the condition which showed in drawing 22, and drawing 27 corresponds to the condition which showed in drawing 24. However, by drawing 25, the graphic display of the thin film coil 41 in drawing 21 and insulator layer 42 grade is omitted, the graphic display of the thin film coil 41 in drawing 22 and insulator layers 42 and 44p is omitted, and the graphic display of the thin film coil 41 in drawing 24, insulator layers 42 and 44, and overcoat layer 45 grade is omitted by drawing 27 at drawing 26. In addition, in drawing 21 - drawing 27, the notation about X in each drawing, Y, and Z shaft orientations shall presuppose that it is the same as that of the case of the gestalt of implementation of the above 1st, and shall give the same sign to the same part as the component in the gestalt of implementation of the above 1st in each drawing.

[0136] In the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, since the process by the place which forms the record gap layer 12 (formation of opening 12k is included) in drawing 21 is even the same as the process shown in drawing 1 in the gestalt of implementation of the above 1st, the explanation is omitted.

[0137] With the gestalt of this operation, after forming the record gap layer 12, as shown in drawing 21 and drawing 25, the thin film coil 41 for the recording heads of the induction type which consists of copper (Cu) is selectively formed with the thickness of about 1.0-1.5 micrometers for example, by the electrolysis galvanizing method on the flat record gap layer 12 above the insulator layer pattern 11. This thin film coil 41 has the same structural description as the thin film coil 16 in the gestalt of implementation of the above 1st. In addition, some thin film coils 16 are illustrated in drawing 21. In case the thin film coil 41 is formed, 41s of wiring connections is formed on the record gap layer 12 in the trailer of the inside simultaneous at the thin film coil 41 and one. 41s of this wiring connection is for connecting electrically the thin film coil 41 and coil connection wiring 43fh (referring to drawing 2424 (A)) formed in an after process. Here, 41s of wiring connections copes with one example of the "coil end" in this invention.

[0138] Next, as shown in drawing 21 and drawing 25, the insulator layer 42 which consists of a photoresist is formed between each coil of the thin film coil 41 (41s of wiring connections is included), and in its boundary region so that it may become a predetermined pattern by photolithography processing of high degree of accuracy. In addition, the structural description and the formation approach of an insulator layer 42 are the same as that of the case of the insulator layers 17 and 20 in the gestalt of implementation of the above 1st.

[0139] Next, as shown in drawing 21 and drawing 25, up pole chip 43a which constitutes a part of up magnetic pole 43 is selectively formed by the thickness of about 2.5-3.5 micrometers for example, by the frame galvanizing method on the flat record gap layer 12 by the side of a front [ field / of the thin film coil 41 / arrangement ]. Besides, section pole chip 43a has a flat-surface configuration as shown in drawing 28 mentioned later, and is point 43a (1), for example. Pars intermedia 43a (2) Right back end section 43a arranged by dissociating crosswise (3) R and left back end section 43a (3) Back end section 43a constituted by L (3) It contains. About the structural description of up pole chip 43a, it mentions later. In case up pole chip 43a is formed, while forming in opening 12k simultaneously magnetic-path connection 43b which constitutes a part of up magnetic pole 43, medium connection pattern 43e is formed on 41s of wiring connections (not shown [ magnetic-path connection 43b and medium connection pattern 43e ] in drawing 25). This medium connection pattern 43e is for connecting electrically the thin film coil 41 and coil connection wiring 43fh formed in an after process.

[0140] Here, up pole chip 43a corresponds to one example of "the 1st magnetic layer part" in this invention, and magnetic-path connection 43b corresponds to one example of "the 3rd magnetic layer part" in this invention. Moreover, point 43a (1) It corresponds to one example of the "constant width part" in this invention, and is pars intermedia 43a (2). It corresponds to one example of the "joining segment" in this invention, and is back end section 43a (3). It corresponds to one example "for a connection" in this invention. Furthermore, medium connection pattern 43e corresponds to one example of the "coil connection pattern" in this invention, and the thin film coil 41, 41s of wiring connections, and medium connection pattern 43e correspond to one example of the "thin film coil section" in this invention.

[0141] In case up pole chip 43a is formed by the frame galvanizing method, unlike the case where up pole chip 14a is formed in the gestalt of implementation of the above 1st, the exposure processing to the photoresist film for forming a photoresist pattern is put in block, and it is made to perform it. It is because the whole up pole chip 43a will be formed on the flat record gap layer 12 with the gestalt of this operation, so there are few adverse effects by the reflected light reflected from the substrate at the time of exposing the photoresist film. About the detail about the formation approach of such a photoresist pattern, it mentions later. In addition, the magnetic material which has high saturation magnetic flux density, such as a permalloy (nickel:Fe=45 % of the weight: 55 % of the weight), is used like cases, such as up pole chip 14a in the gestalt of implementation of the above 1st, as a formation ingredient of up pole chip 43a, magnetic-path connection 43b, and medium connection pattern 43e.

[0142] Next, as shown in drawing 22 and drawing 26, about about 0.3-0.4 micrometers is etched into the whole by the same RIE as the case where the magnetic pole part 100 is formed in the gestalt of implementation of the above 1st, by using as a mask up pole chip 43a and the photoresist film which was selectively formed in the field on the backside [ location / of the forefront edge of an insulator layer 42 ] and which is not illustrated. The record gap layer 12, the surrounding lower magnetic pole 9, and the surrounding insulator layer pattern 11 of up pole chip 43a in the field by the side of a front [ location / of the forefront edge of an insulator layer 42 ] are removed selectively, and are uniformly investigated by this etching processing. this time — the two back end sections in up pole chip



43a, i.e., right back end section 43a, (3) R and left back end section 43a (3) L and pars intermedia 43a (2) some of record gap layers 12 corresponding to surrounded field 14Y and each insulator layer patterns 11 are natural — it is removed. Of this etching processing, the magnetic pole part 200 which has trim structure is formed.

[0143] Next, as shown in drawing 22 and drawing 26, for example, alumina layer 44p is formed by the thickness of about 3.0–4.0 micrometers by sputtering, and the concavo-convex field constituted by up pole chip 43a, magnetic-path connection 43b, medium connection pattern 43e, and thin film coil 41 grade is laid underground so that the whole may be covered.

[0144] Next, by grinding and carrying out flattening of the whole front face of alumina layer 44p, for example by the CMP method, as shown in drawing 23, the insulator layer 44 which lays thin film coil 41 grade underground is formed. Polish processing at this time is performed until up pole chip 43a, magnetic-path connection 43b, and medium connection pattern 43e are exposed. A part of insulator layer 44 will be embedded field 43S on the backside [ up pole chip 43a ]. Here, insulator layers 42 and 44 correspond to one example of the “coil laying-under-the-ground layer” in this invention, and the insulator layer pattern 11 and insulator layers 42 and 44 correspond to one example of the “insulating layer” in this invention.

[0145] next, it was shown in drawing 24 — as — back end section 43 of up pole chip from the upper part of magnetic-path connection 43b 43a (3) Up yoke 43f which constitutes a part of up magnetic pole 43 is selectively formed in the field applied up by the thickness of about 2.0–3.0 micrometers. Besides, it has the almost same structural description as up yoke 14f in the gestalt of implementation of the above 1st section yoke 43f. In case up yoke 43f is formed, coil connection wiring 43fh is selectively formed in the field simultaneously applied to the external circuit which is not illustrated from the upper part of medium connection pattern 43e. A formation ingredient, the formation approach, etc. of up yoke 43f and coil connection wiring 43fh are the same as that of the case where up pole chip 43a etc. is formed in the gestalt of implementation of the above 1st. In addition, pars intermedia 43a [ in / for example, / in the location of the forefront edge / up pole chip 43a ] in case up yoke 43f is formed (2) While making it in agreement with the location of the last edge, the edge side by the side of before [ the ] makes a slant face at least. The three-dimensional structure in the up yoke 43f [ at this time ] circumference came to be shown in drawing 27. Here, up yoke 43f corresponds to one example of “the 2nd magnetic layer part” in this invention, and the up magnetic pole 43 constituted by up pole chip 43a, magnetic-path connection 43b, and up yoke 43f corresponds to one example of the “1st magnetic layer” in this invention.

[0146] Next, by sputtering, as were shown in drawing 24, and the whole is covered, after forming the overcoat layer 45 which consists of an alumina, the air bearing side 90 is formed according to machining or a polish process, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0147] Drawing 28 expresses the outline of the planar structure of the thin film magnetic head manufactured by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation. In drawing 28, the same sign shall be given to the same part as the component shown in drawing 13 in the gestalt of implementation of the above 1st. In addition, in drawing 28, the graphic display of insulator layers 42 and 44 and overcoat layer 45 grade is omitted. Moreover, only a part for the outermost periphery is illustrated about the thin film coil 41. Drawing 24 (A) is equivalent to the view cross section which met the XXIVA–XXIVA line in drawing 28.

[0148] As shown in drawing 28, the up magnetic pole 43 is constituted by up pole chip 43a formed separately, respectively, magnetic-path connection 43b, and up yoke 43f. It has the same flat-surface configuration as up yoke 14f (refer to drawing 9) in the gestalt of implementation of the above 1st, and up yoke 43f is 14f (1) of up yoke 14f yoke sections. 14f (2) of and connections 43f (1) of yoke sections corresponding to each 43f (2) of and connections It contains. The location of edge side 43ft by the side of up yoke 43f before is mostly in agreement with the location of the last edge of for example, up pole chip 43a.

[0149] Up pole chip 43a is point 14 of up pole chip 14a in gestalt of implementation of the above 1st in order from air bearing side 90 side a (1). Pars intermedia 14a (2) Back end section 14a (3) (refer to drawing 9) Corresponding point 43a (1) Pars intermedia 43a (2) Back end section 43a (3) It contains. The core of each cross direction like these each part is mutually in agreement. Point 43a (1) In the die-length direction, it has almost fixed width of face. Pars intermedia 43a (2) For example, point 43a (1) A part for the anterior part which has bigger width of face than width of face, and the trailer which has bigger width of face than the width of face for this anterior part are included. Back end section 43a (3) For example, two parts arranged by dissociating crosswise, i.e., right back end section 43a, (3) R and left back end section 43a (3) L is included. Right back end section 43a (3) R and left back end section 43a (3) L is point 43a (1). And pars intermedia 43a (2) It is arranged in the object location about the center line A passing through a core, and each configuration has become bilateral symmetry on the basis of the center line A. back end section 43a (3) specified by these two parts width of face — for example, pars intermedia 43a (2) about [ the width of face of a trailer, and ] — I am doing one. Point 43a (1) Pars intermedia 43a (2) Pars intermedia 43a [ in / the crosswise level difference is formed in the joining segment, and / this joining segment ] (2) For example, rather than TH0 location (or MRH0 location), near level difference side 43ad shifts back, and is located. As shown in drawing 24, up pole chip 43a has extended on the flat record gap layer 12.

[0150] f, as shown in drawing 24 (A) and drawing 28, while up yoke 43f is magnetically connected with the lower magnetic pole 9 through magnetic-path connection 43b in opening 12k, as shown in drawing 24 (A), drawing 27, and drawing 28, it overlaps selectively a part of up pole chip 43a (back end section 43a (3)), and it is connected magnetically. That is, the magnetic path is formed by connecting the up magnetic pole 43 (up pole chip 43a, magnetic-path connection 43b, and up yoke 43f) and the lower magnetic pole 9.

[0151] As shown in drawing 28, the thin film coil 41 and 41s of wiring connections have the same structural

description as the thin film coil 16 in the gestalt of implementation of the above 1st, and 16s of coil connections. The thin film coil 41 is connected to coil connection wiring 43fh and an electric target through medium connection pattern 43e. It connects with the external circuit which is not illustrated and terminal 41x and the part behind coil connection wiring 43fh (not shown) which were established in the trailer of the outside of the thin film coil 41 can make the thin film coil 41 energize through this external circuit now.

[0152] In addition, the structural description about arrangement objects other than the above shown in drawing 28 is the same as that of the case (drawing 13) of the gestalt of implementation of the above 1st.

[0153] The field corresponding to [ unlike / as the gestalt of this operation showed to drawing 9 / the case of the gestalt of implementation of the above 1st ] field 14S, i.e., back end section 43a of up pole chip 43a, (3) In case etching processing for forming the magnetic pole part 200 in field 43S corresponding to magnetic connected surface 43R which up yoke 43f overlaps and touches is performed, the insulator layer pattern 13 is not arranged. He is trying to embed a part of insulator layer 44 which lays thin film coil 41 grade under the field 43Y which is a part of field 43S with the gestalt of this operation. A part of insulator layer 44 embedded at field 43Y bears the role which controls the leakage of the magnetic flux in field 43S instead of the insulator layer pattern 13. For this reason, even if it does not arrange the insulator layer pattern 13 by existence of the insulator layer 44 embedded at field 43Y, the leakage of the magnetic flux in field 43Y can be controlled according to the following operations. That is, the leakage inclination of the magnetic flux in field 43S becomes remarkable in the central field (field containing field 43Y) especially. In the propagation process of the magnetic flux from up yoke 43f to up pole chip 43a, it is because magnetic flux is concentrated on the central field of field 43S and it flows. For this reason, concentration of the magnetic flux in the above-mentioned central field can be controlled by embedding a part of insulator layer 44 at field 43Y.

[0154] moreover, as the gestalt of this operation showed to drawing 9, drawing 27, and drawing 28, it be back end section 43of up pole chip 43a a (3). since it be made to be constitute by two parts (right back end section 43a(3) R and left back end section 43a (3) L) arrange by dissociate crosswise, an over-writing property can be raise according to the following operations. Namely, the magnetic flux generated in the thin film coil 41 in the time of informational record actuation spreads the inside of up yoke 43f, and is back end section 43of up pole chip 43a a (3). R and back end section 43a (3) It flows into L almost uniformly. And the magnetic flux which flowed into both parts is pars intermedia 43a (2). It spreads, joins there and is point 43a (1) further. It spreads. By constituting the propagation path of such magnetic flux, the saturation phenomenon of the magnetic flux at the time of magnetic flux flowing into a small field (pars intermedia 43a (2)) especially from the big field (back end section 43a (3)) of magnetic volume can be controlled. For this reason, the propagation loss of the magnetic flux in the interior of up pole chip 43a is reduced, and it is point 43of up pole chip 43a a (1). It can make it possible to reach the magnetic flux of required sufficient amount.

[0155] Moreover, he is trying to form medium connection pattern 43e with the gestalt of this operation according to the same process as the process which forms up pole chip 43a in the upper part of 41s of wiring connections established in the edge of the thin film coil 41. For this reason, according to the same operation as the case where medium connection pattern 14e (refer to drawing 8 and drawing 9) is formed in the gestalt of the 1st operation of the above, the process for connecting the thin film coil 41 and coil connection wiring 43fh can be simplified, and production processes can be reduced.

[0156] Moreover, with the gestalt of this operation, since the edge side by the side of up yoke 43f before made the slant face, it can be carried out smoothly in the flow of the magnetic flux which flows into up pole chip 43a from up yoke 43f.

[0157] Next, with reference to drawing 29, the formation approach of up pole chip 43a in the gestalt of this operation is explained to a detail.

[0158] He is trying to form the photoresist pattern used for formation of up pole chip 43a by performing exposure processing once to the photoresist film by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation unlike the case where the gestalt of implementation of the above 1st set and up pole chip 14a is formed. When the substrate (record gap layer 12) in the arrangement field of up pole chip 43a is flat, up pole chip 43a can be formed with a sufficient precision by passing through an exposure process once. Hereafter, this point is explained as a core.

[0159] In drawing 29, (A) expresses the flat-surface configuration of the photo mask 51 used in an exposure process, and (B) expresses the field (exposure field 151y) of the photoresist film 151 exposed by the exposure process. (C) expresses the flat-surface configuration of the photoresist pattern 152 obtained by developing exposure field 151y shown in (B), and (D) expresses the flat-surface configuration of up pole chip 43a formed using the photoresist pattern 152.

[0160] The photo mask 51 shown in drawing 29 (A) is equipped with opening 51x which have a configuration corresponding to the flat-surface configuration of up pole chip 43a. At the exposure process in the gestalt of this operation, first, by performing exposure processing using this photo mask 51, as shown in drawing 29 (B), exposure field 151y which has a flat-surface configuration corresponding to opening 51x is formed in the photoresist film 151. Since exposure processing at this time is performed on a flat substrate, generating of the reflected light reflected in a longitudinal direction or the direction of slant from a substrate will be controlled, and the amplification inclination of an exposure field will also be controlled in connection with this. Especially, with the gestalt of this operation, since it became depressed to the back field of up pole chip 43a and the part (field 43Y; refer to drawing 29 (D)) is prepared, partial 51a corresponding to the above-mentioned hollow part of the photo masks 51 becomes the



protection-from-light section, and the total amount of the exposure light irradiated to the part corresponding to field 43S of the photoresists 151 decreases. For this reason, the quantity of light of the reflected light reflected from a substrate also decreases, and the amplification inclination of the exposure field resulting from this reflected light is controlled as a result. namely, — it is possible to perform highly precise exposure to the photoresist film 151 — becoming — especially — point 43of up pole chip 43a among photoresist film 151 a (1) Amplification of the exposure field of a corresponding part can be prevented effectively.

[0161] Next, by developing exposure field 151y of the photoresist film 151, as shown in drawing 29 (C), the photoresist pattern 152 which has opening 152z is formed. The flat-surface configuration of this opening 152z is equivalent to the flat-surface configuration of up pole chip 43a. Next, up pole chip 43a (drawing 29 (D)) is formed by performing a plating process using the photoresist pattern 152. Thus, point 43of formed up pole chip 43a a (1) will have the same geometrical description as point 14of up pole chip 14a in gestalt of implementation of the above 1st a (1). Namely, point 43of up pole chip 43a a (1) It will have very minute constant width over the whole region.

[0162] In addition, when forming up pole chip 43a, it must not necessarily pass through an exposure process once, and you may make it form up pole chip 43a through the exposure process of the count beyond 2 times or it, as explained in the gestalt of implementation of the above 1st, and its modification. especially — the gestalt of this operation — also setting — point 43of up pole chip 43a among photoresist film 151 a (1) By performing exposure processing of a corresponding part separately from other parts (pars intermedia 43a (2) etc.) Since the absolute magnitude of the exposure light irradiated by the photoresist film 151 can be reduced, it is point 43of up pole chip 43a a (1) as a result. It can form in high degree of accuracy more.

[0163] In addition, since operations, effectiveness, modifications, etc. other than the above about the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation are the same as that of the case of the gestalt of implementation of the above 1st, the explanation is omitted.

[0164] As mentioned above, although the gestalt of some operations was mentioned and this invention was explained, this invention is not limited to the gestalt of these operations, but various deformation is possible for it. For example, although it was made not to arrange the insulator layer pattern 13 (to refer to drawing 12) in the gestalt of implementation of the above 1st with the gestalt of implementation of the above 2nd Back end section 43a [ in / as it is not necessarily restricted to this and was shown in drawing 30 / up pole chip 43a ] (3) The insulator layer pattern 13 is formed in a lower part field, and it is back end section 43a (3). You may make it a part run aground on the insulator layer pattern 13. In such a case, both the depressor effect over the leakage of the magnetic flux at the time of [ each ] explaining in the gestalt of the 1st and the 2nd operation is enjoyable. Therefore, the over-writing property of the thin film magnetic head can be raised more. In addition, it must be made for a part of up pole chip 43a necessarily not to have to run aground on the insulator layer pattern 13 in such a case, and the whole up pole chip 43a may be made to be arranged on a flat side [ in / a before / the insulator layer pattern 13 / side field ].

[0165] Moreover, for example, in the gestalt of each above-mentioned implementation, and its modification, although the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head was explained, this invention is applicable also to the thin film magnetic head which has the thin film magnetic head only for records and the induction type MAG sensing element of record / playback combination which have an induction type MAG sensing element for writing. Moreover, this invention is applicable also to the thin film magnetic head of the structure where read with the component for writing and the built-up sequence of the component of business was reversed.

[0166]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the manufacture approach of the thin film magnetic head given in any 1 term of the thin film magnetic head given in any 1 term of claim 1 thru/or claim 11 or claim 12 thru/or claim 24 While laying the 1st nonmagnetic pattern with which the location of the forefront edge specifies the location of the forefront edge of an insulating layer while making a part of insulating layer under the crevice established in the part of the side which touches the gap layer of the 2nd magnetic layer Since it was made for the forefront edge to be located in the extension field of the constant width part of the extension fields of the 1st magnetic layer part Propagation of the magnetic flux from that upper part field to a lower part field, i.e., the leakage of magnetic flux, is controlled by existence of this 1st nonmagnetic pattern, and the propagation loss of the magnetic flux in the propagation process of magnetic flux can be reduced by it. Therefore, the effectiveness that the outstanding over-writing property is securable is done so.

[0167] According to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 2 or the thin film magnetic head according to claim 13, especially Furthermore, since it was made to make the 2nd nonmagnetic pattern which makes a part of insulating layer extend so that the field where the 1st nonmagnetic pattern in a gap layer touches may be touched in the field of an opposite hand The effectiveness that propagation of the magnetic flux between the 1st magnetic layer and the 2nd magnetic layer can be controlled, and propagation of the magnetic flux from the 1st magnetic layer to the 2nd magnetic layer can be especially controlled by existence of this 2nd nonmagnetic pattern is done so. It will contribute to the reservation of an over-writing property excellent also in this point.

[0168] Moreover, since the slant face where the front face near the forefront edge of the 2nd nonmagnetic pattern inclined to the front face of a gap layer was made according to the thin film magnetic head according to claim 3, the effectiveness of the ability to make the flow of the magnetic flux in the 1st magnetic layer part above this 2nd nonmagnetic pattern carried out smoothly is done so.

[0169] Moreover, according to the thin film magnetic head according to claim 4, the location of the forefront edge of

the 2nd nonmagnetic pattern is retreating in the die-length direction rather than the location of the forefront edge of the 1st nonmagnetic pattern. Since the 1st magnetic layer part applies on the slant face of the 2nd nonmagnetic pattern and it was made to extend from on the field where a gap layer is flat The effectiveness that propagation of the magnetic flux from the 1st magnetic layer part in the arrangement field of the 2nd nonmagnetic pattern to the 2nd magnetic layer can be controlled is done so, securing the magnetic volume in the constant width part of the 1st magnetic layer part.

[0170] Moreover, since the part of the insulating layers was embedded to the field surrounded by the amount of [ the joining segment in the 1st magnetic layer part, and ] at least two connections according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 or the thin film magnetic head according to claim 19, propagation of the magnetic flux from the 1st magnetic layer part to the 2nd magnetic layer can be controlled. That is, the effectiveness that the leakage of magnetic flux is controlled by a part of insulating layer embedded to the above-mentioned field is done so. It will contribute to the reservation of an over-writing property excellent also in this point.

[0171] Moreover, since it was made for either [ at least ] the 1st magnetic layer or the 2nd magnetic layer to consist of an ingredient containing either a ferronickel alloy or nitriding iron according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 9 or the thin film magnetic head according to claim 22, the effectiveness of the ability to make propagation of the magnetic flux in one [ at least ] interior of the 1st magnetic layer and the 2nd magnetic layer carried out smoothly is done so.

[0172] Moreover, according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 10 or 11 or the thin film magnetic head according to claim 23 or 24 Since it was made for either [ at least ] the 1st magnetic layer or the 2nd magnetic layer to consist of an ingredient containing amorphous alloys, such as a cobalt iron alloy or a zirconium cobalt iron alloy The effectiveness of the ability to make propagation of the magnetic flux in one [ at least ] interior of the 1st magnetic layer and the 2nd magnetic layer carried out smoothly is done so.

[0173] According to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 17, the slant face where the front face near the forefront edge of the 2nd nonmagnetic pattern inclined to the front face of a gap layer Moreover, nothing, [ when at least the part of those for the joining segment of the 1st magnetic layer part and a connection is arranged on the slant face of this 2nd nonmagnetic pattern ] The process in which it forms a photoresist layer as the process which forms the 1st magnetic layer part covers the field where a gap layer is flat at least, and the slant-face field of the 2nd nonmagnetic pattern, The 1st exposure process which exposes selectively the 1st field which includes the field corresponding to the flat-surface configuration of a constant width part among the photoresist layers in the field where a gap layer is flat, The 2nd exposure process which exposes selectively the 2nd field corresponding to the flat-surface configuration for a joining segment and a connection at least among the photoresist layers in the field applied to the field where a gap layer is flat from the slant-face field of the 2nd nonmagnetic pattern, The process which forms a photoresist pattern by developing the 1st field of the photoresist layers, and the field of the both sides of the 2nd field collectively, Since it was made to include the process which forms a part for a constant width part, a joining segment, and a connection in one using a photoresist pattern When forming the 1st magnetic layer part on the substrate which is not flat, the adverse effect by the reflected light from the substrate in a photolithography process is avoided, and the effectiveness that the 1st magnetic layer part can be formed in high degree of accuracy is done so.

[0174] Moreover, according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 18, in the 2nd exposure process, since it was made for the 1st field and 2nd field to overlap selectively, the effectiveness that the effect by the reflected light from a substrate can be formed in a photolithography process so that it may become a configuration as a design mostly about the 1st magnetic layer part at a carrier beam case is done so.

[0175] According to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 21, moreover, further The process which forms the coil connection pattern which makes a part of thin film coil section on the coil end prepared in the edge of the thin film coil section while forming the 3rd magnetic layer part at the same time it forms the 1st magnetic layer part, The process which forms the coil laying-under-the-ground layer which makes a part of insulating layer so that the 1st magnetic layer part, the 3rd magnetic layer part, and a coil connection pattern may be covered at least, The process to which flattening of the front face of a coil laying-under-the-ground layer is ground and carried out until the 1st magnetic layer part, the 3rd magnetic layer part, and a coil connection pattern are exposed at least, Since it was made to include the process which forms a conductive layer pattern so that it may connect with the exposed surface and the electric target of a coil connection pattern while forming the 2nd magnetic layer part on the flat side after polish so that it might connect with both exposed surfaces and magnetic targets of the 1st magnetic layer part and the 3rd magnetic layer part Unlike the case where a coil connection pattern is not formed on a coil end, in order to connect a coil end and a conductive layer pattern electrically, the process which removes a part of coil laying-under-the-ground layer, and forms a part for opening becomes unnecessary. Therefore, the effectiveness that the number of production processes is reducible is done so.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 2] It is a sectional view for explaining the process following drawing 1 .
- [Drawing 3] It is a sectional view for explaining the process following drawing 2 .
- [Drawing 4] It is a sectional view for explaining the process following drawing 3 .
- [Drawing 5] It is a sectional view for explaining the process following drawing 4 .
- [Drawing 6] It is a sectional view for explaining the process following drawing 5 .
- [Drawing 7] It is a sectional view for explaining the process following drawing 6 .
- [Drawing 8] It is a sectional view for explaining the process following drawing 7 .
- [Drawing 9] It is a sectional view for explaining the process following drawing 8 .
- [Drawing 10] It is a perspective view corresponding to the sectional view shown in drawing 4 .
- [Drawing 11] It is a perspective view corresponding to the sectional view shown in drawing 5 .
- [Drawing 12] It is a perspective view corresponding to the sectional view shown in drawing 9 .
- [Drawing 13] It is a top view for explaining the formation process of the up pole chip in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 14] It is a top view showing the process following drawing 13 .
- [Drawing 15] They are other top views for explaining the trouble of the example of a comparison over the gestalt of the 1st operation.
- [Drawing 16] It is a top view for explaining an operation of the gestalt of the 1st operation.
- [Drawing 17] It is a top view showing the planar structure of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 18] It is a perspective view showing the modification of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 19] It is a perspective view showing other modifications of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 20] It is a perspective view showing the modification of further others of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 21] It is a perspective view for explaining the modification of the formation approach of the 2nd mask in the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 22] It is a perspective view for explaining the process following drawing 21 .
- [Drawing 23] It is a perspective view for explaining the process following drawing 22 .
- [Drawing 24] It is a perspective view for explaining the process following drawing 23 .
- [Drawing 25] It is a perspective view corresponding to the sectional view shown in drawing 21 .
- [Drawing 26] It is a perspective view corresponding to the sectional view shown in drawing 22 .
- [Drawing 27] It is a perspective view corresponding to the sectional view shown in drawing 24 .
- [Drawing 28] It is a top view showing the planar structure of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.
- [Drawing 29] It is a top view for explaining the formation process of the up pole chip in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.
- [Drawing 30] It is a perspective view showing the modification of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of this invention.
- [Drawing 31] It is a sectional view for explaining one process of the manufacture approach of the conventional thin film magnetic head.
- [Drawing 32] It is a sectional view for explaining the process following drawing 31 .
- [Drawing 33] It is a sectional view for explaining the process following drawing 32 .
- [Drawing 34] It is a sectional view showing the important section structure of the conventional thin film magnetic head.
- [Drawing 35] It is the sectional view showing a cross section parallel to the air bearing side of the magnetic pole part in the thin film magnetic head shown in drawing 34 .
- [Drawing 36] It is the top view showing the structure of the conventional thin film magnetic head.
- [Description of Notations]

1 [ — Shielding gap film, ] — A substrate, 2 — An insulating layer, 3 — 4 A lower shielding layer, 6 5 [ — Insulator layer, ] — MR film, 7 — An up shielding layer, 9 — A lower magnetic pole, 8, 11, 15, 17, 18, 18p, 20, 21, 21p, 42, 44, 44p 9J — A crevice, 10a, 10b — 11 A pattern mask, 13 — Insulator layer pattern, 12 — A record gap layer, 12k, 18k — 14 Opening, 43 — Up magnetic pole, 14a, 43a — An up pole chip and 14a (1) 43a (1) — Point, 14a (2) 43a (2) — Pars intermedia and 14a (3) 43a (3) — Back end section, 14b, 14d, 43b — A magnetic-path connection, 14c — A medium connection, 14f, 43f, 214f — Up yoke, 14f (1) and 43f (1) — The yoke section and 14f (2) 43f (2) — Connection, 14e, 43e — A medium connection pattern, 14fh, 43fh — Coil connection wiring, 14R, 43R — A magnetic connected surface, 16, 19, 41 — A thin film coil, 16s, 19sa — Coil connection, 19sb(s), 41s — 22 A wiring connection, 45 — An overcoat layer, 31 — The 1st photo mask, 31x, 32x, 51x, 133z, 152z — Opening, 32 — The 2nd photo mask, 43a (3) R — The right back end section and 43a (3) L — The left back end section, 51 — Photo mask, 80a, 80b — A mask, 90 — An air bearing side, 91 — High saturation-magnetic-flux-density material layer, 92 — An inorganic insulating material layer, 100,200 — A magnetic pole part, 110 — Mask precursive layer, 131,151 [ — A photoresist pattern, 133y / — A synthetic exposure field, 151y / — An exposure field, TH / — Throat height, MRH—MR height. ] — The photoresist film, 131y — The 1st exposure field, 132y — The 2nd exposure field, 133,152

---

[Translation done.]

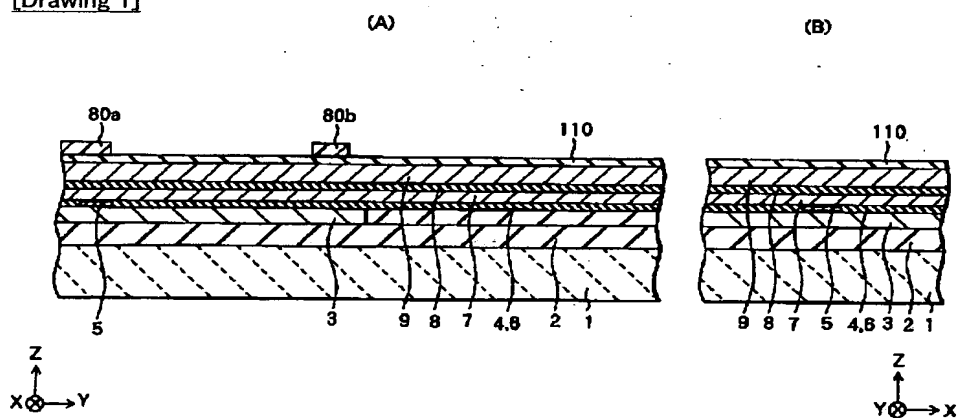
## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

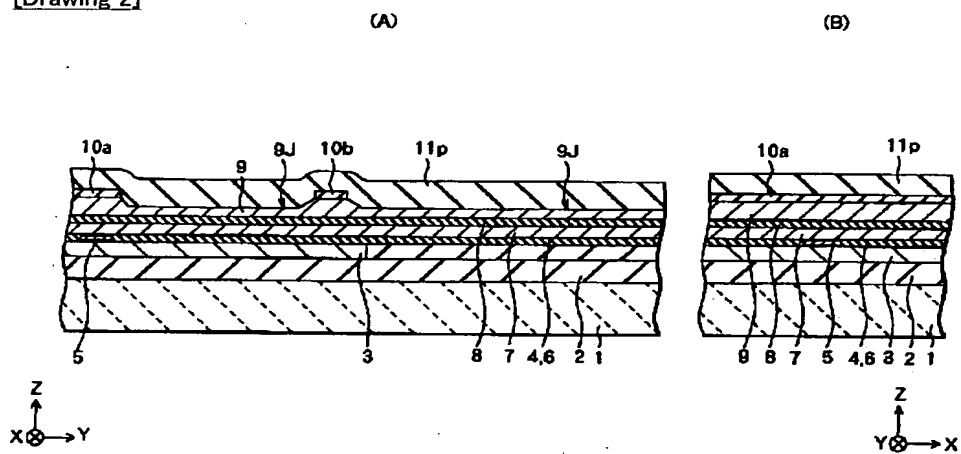
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

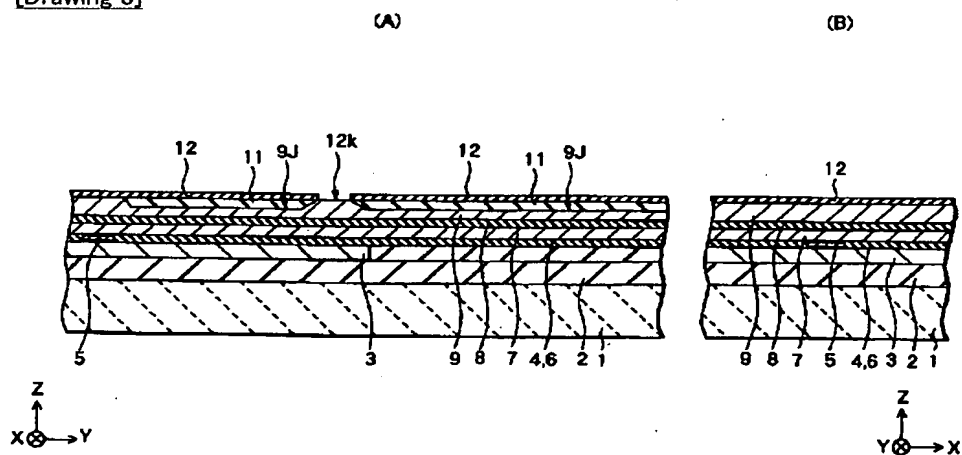
[Drawing 1]



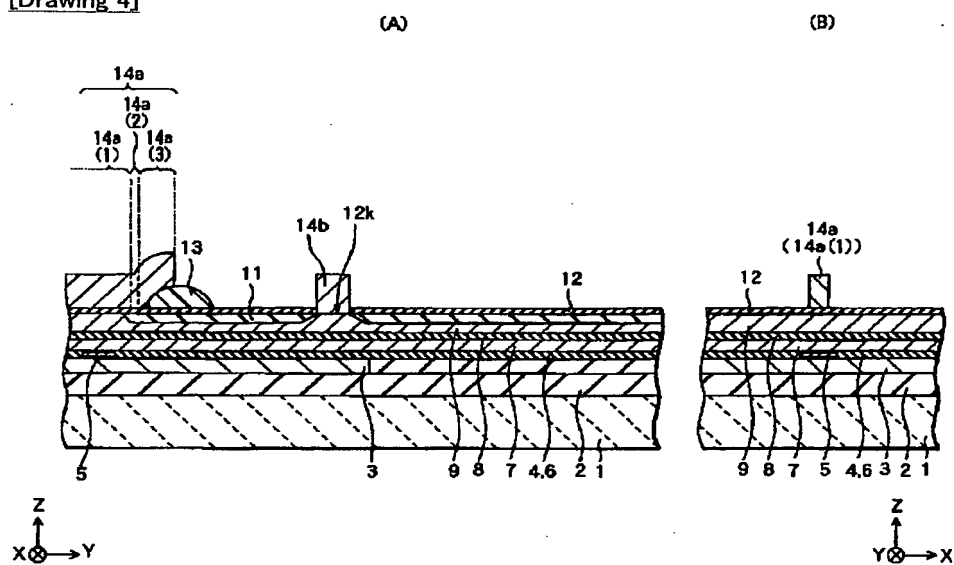
[Drawing 2]



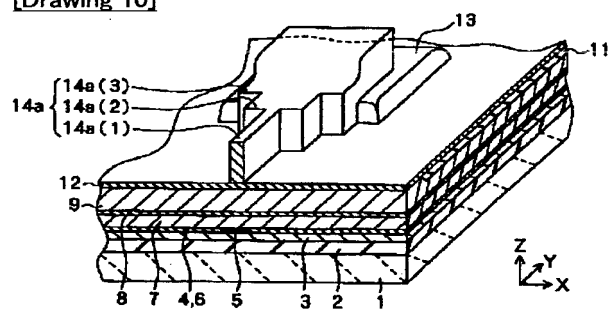
[Drawing 3]



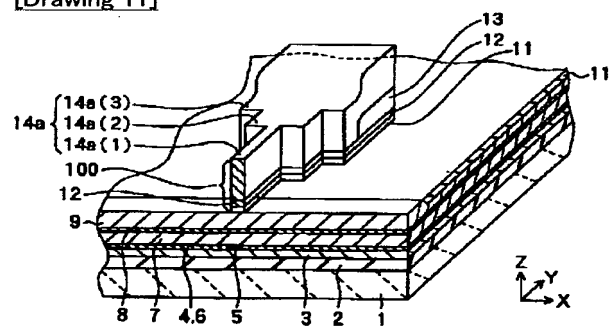
[Drawing 4]



[Drawing 10]



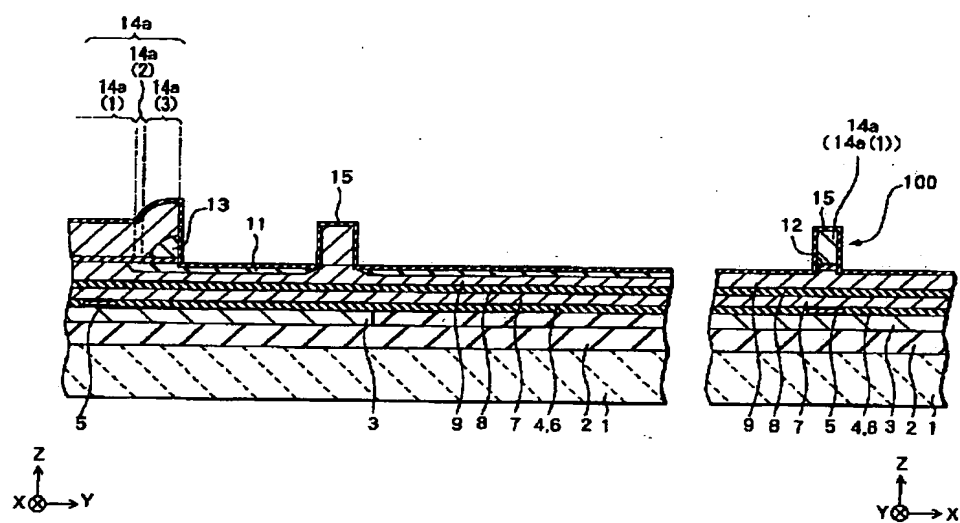
[Drawing 11]



[Drawing 5]

(A)

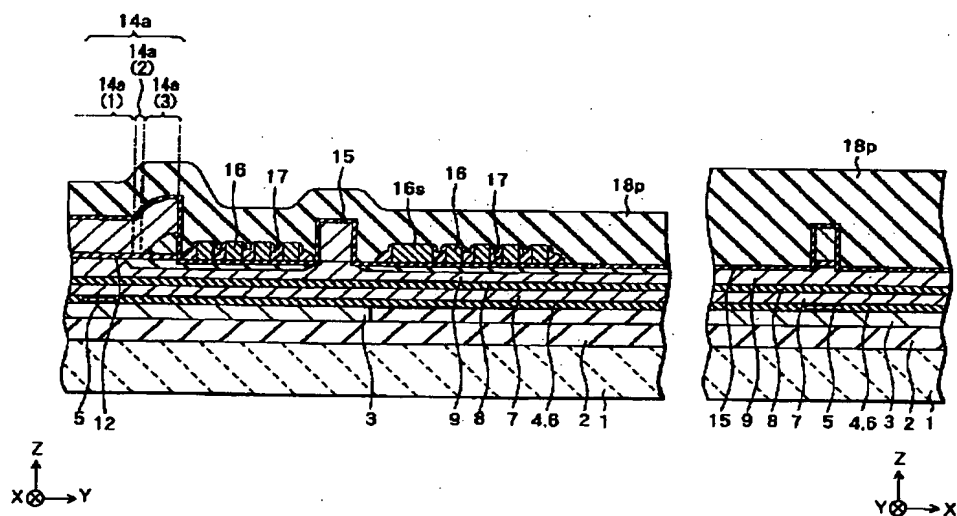
(B)



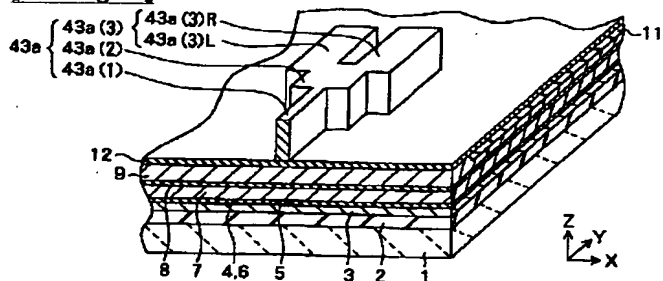
[Drawing 6]

(A)

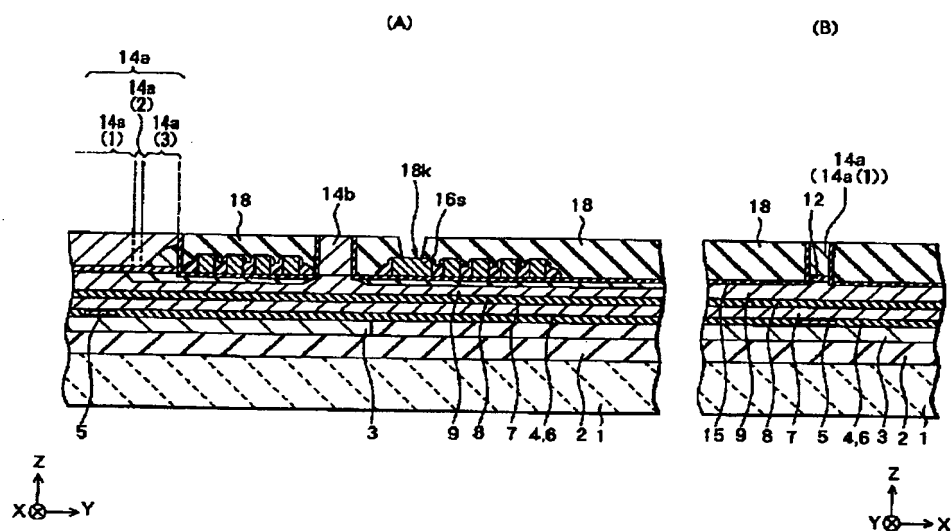
(B)



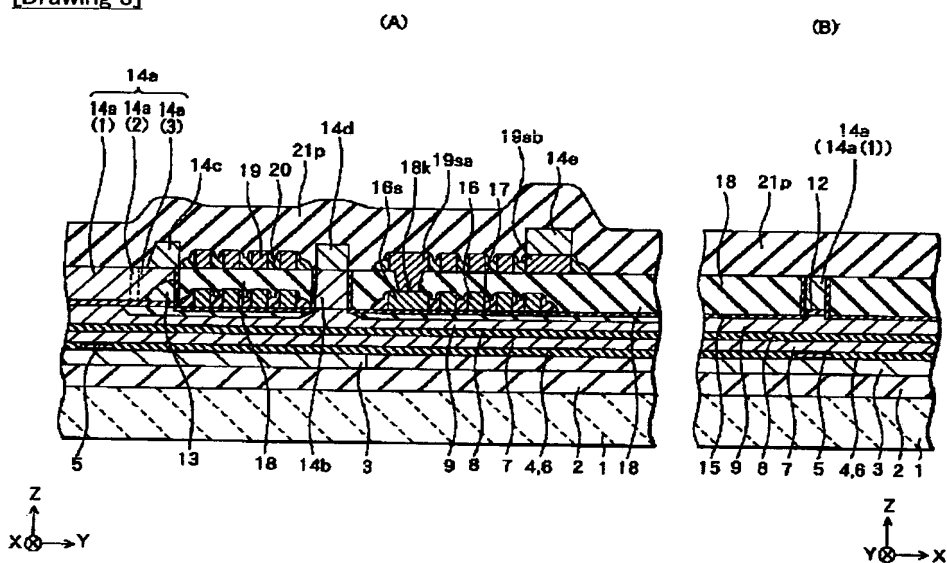
[Drawing 25]



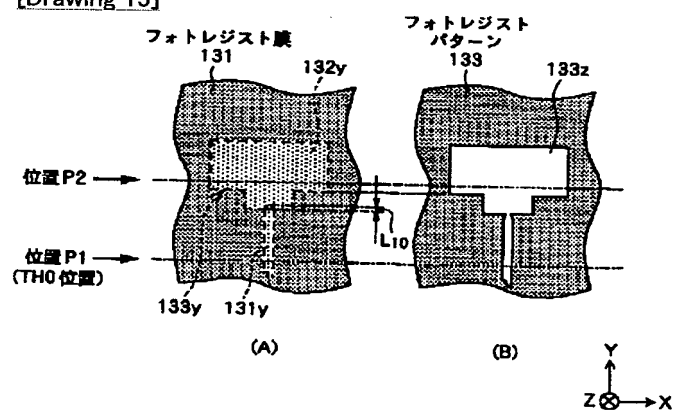
[Drawing 7]



[Drawing 8]

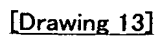
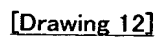


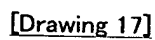
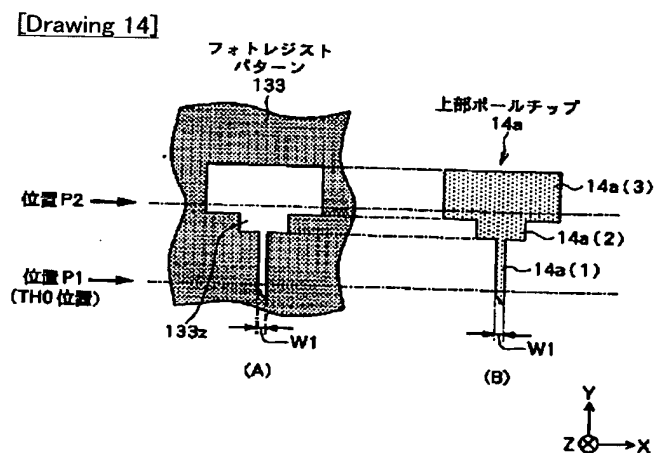
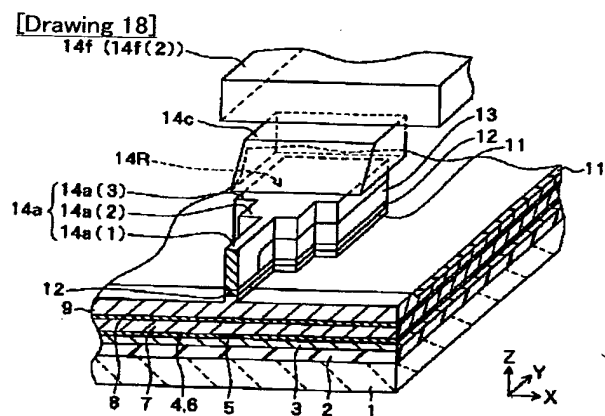
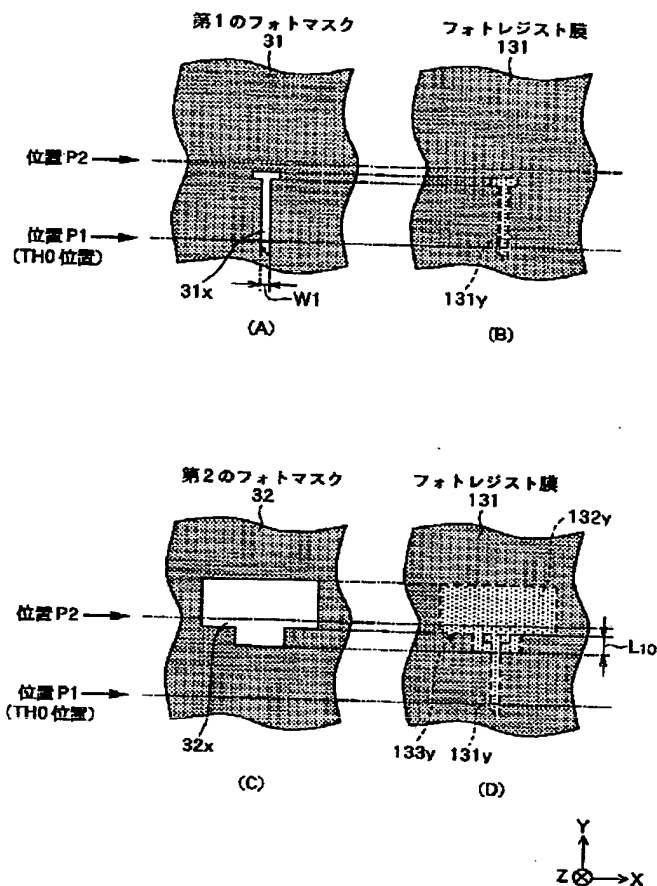
[Drawing 15]

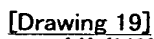


[Drawing 16]







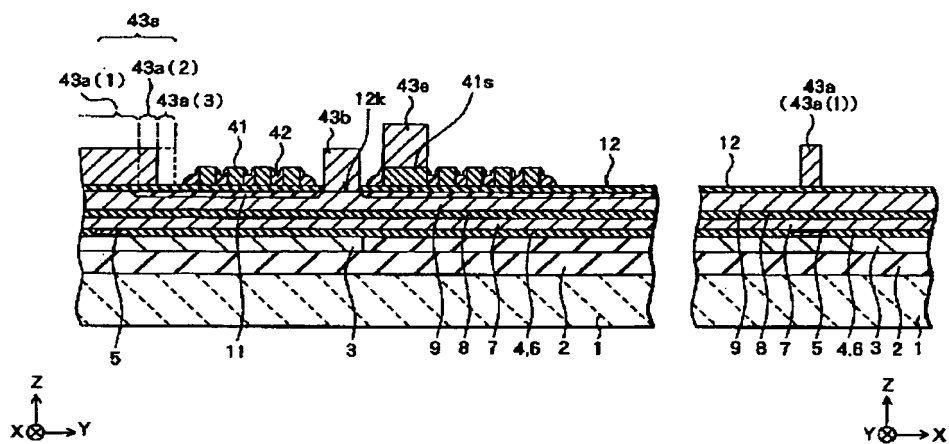


(B)



(A)

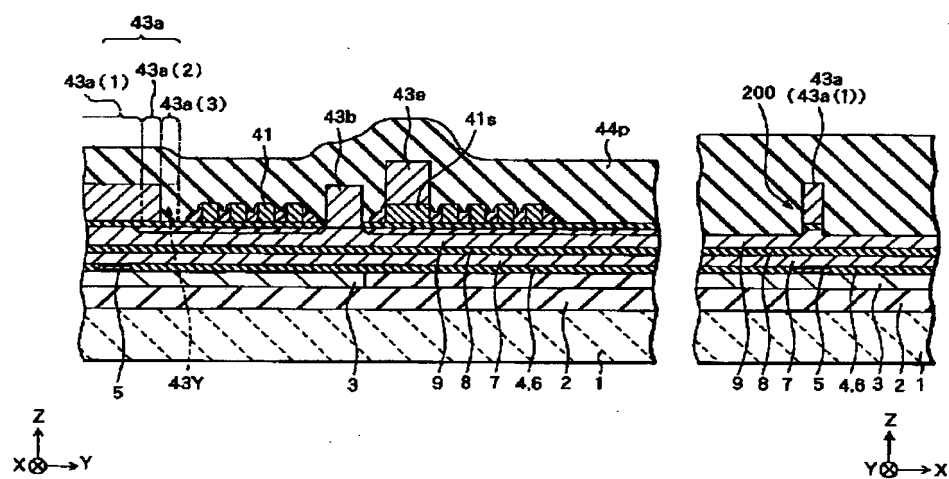
(B)



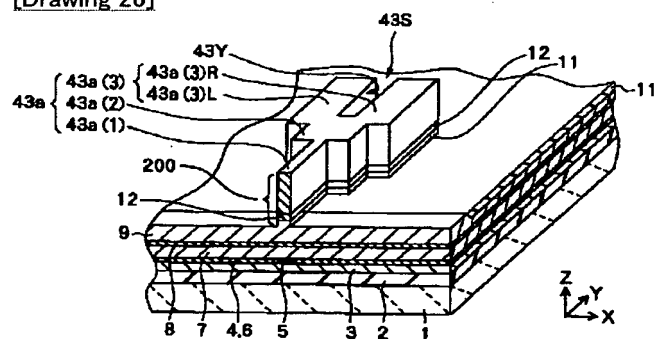
[Drawing 22]

(A)

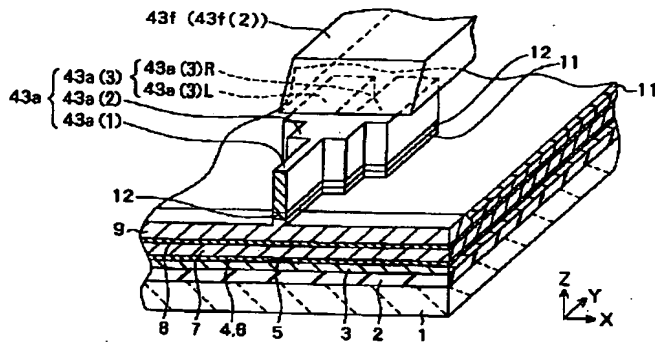
(B)



[Drawing 26]



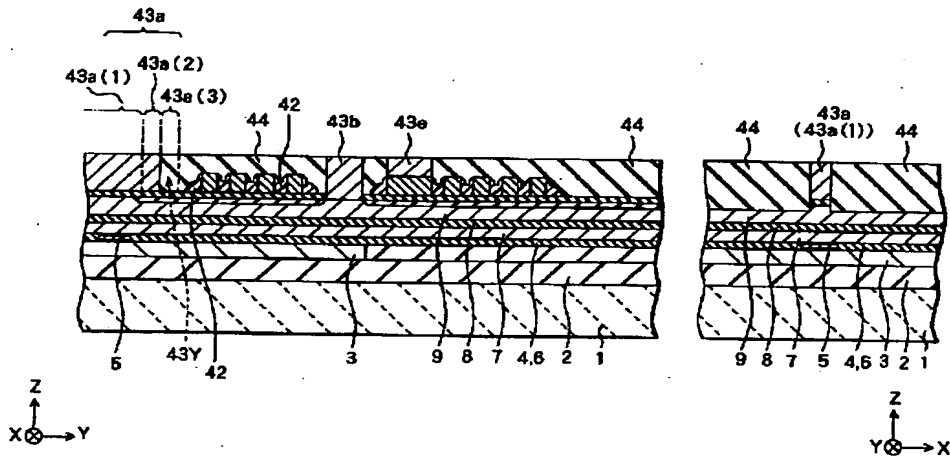
[Drawing 27]



[Drawing 23]

(A)

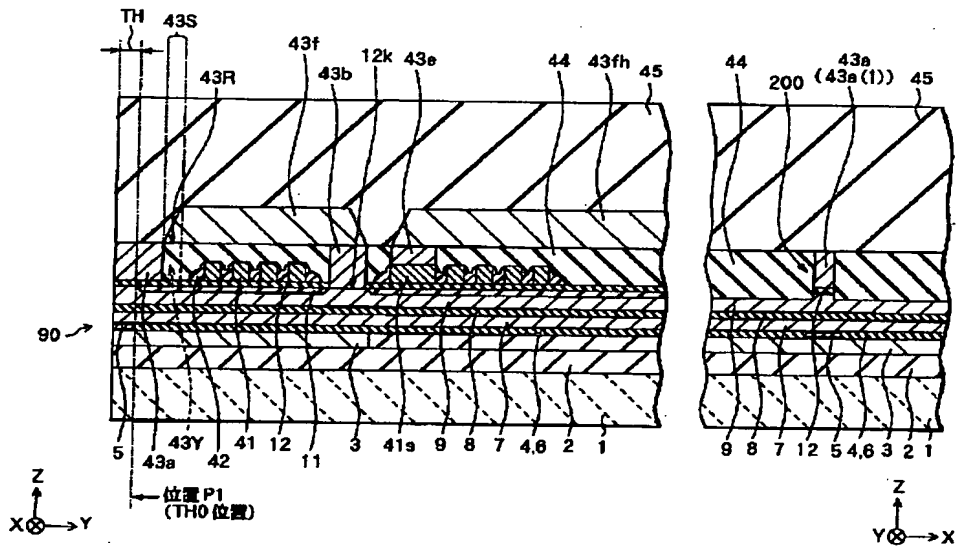
(B)



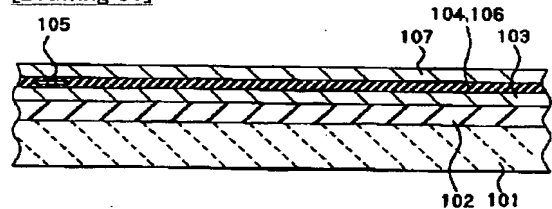
[Drawing 24]

(A)

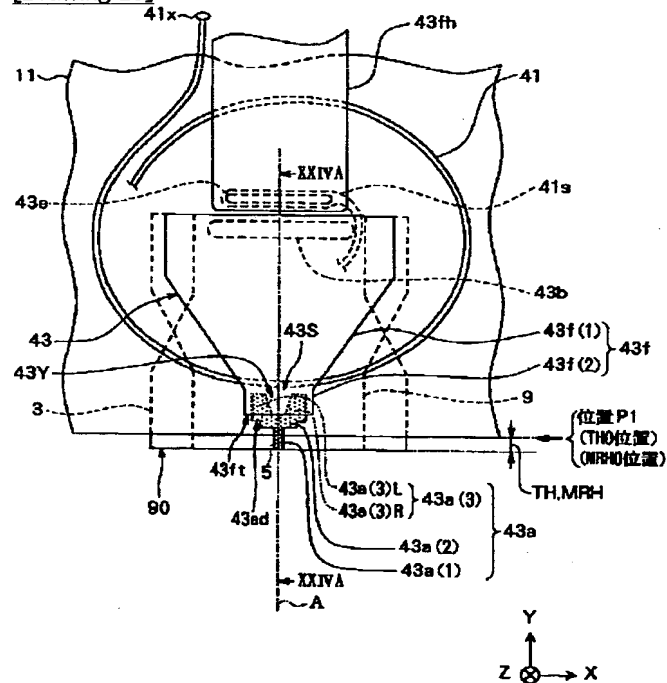
(B)



[Drawing 30]



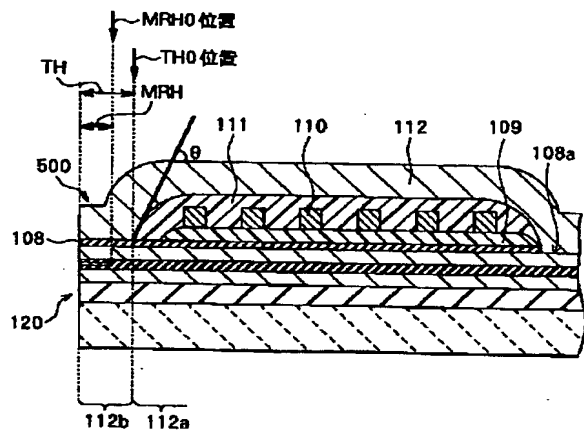
[Drawing 28]



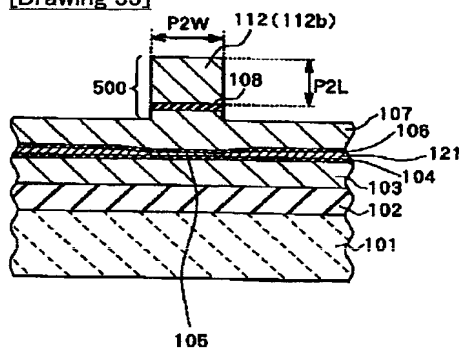
**[Drawing 29]**

[illegible]

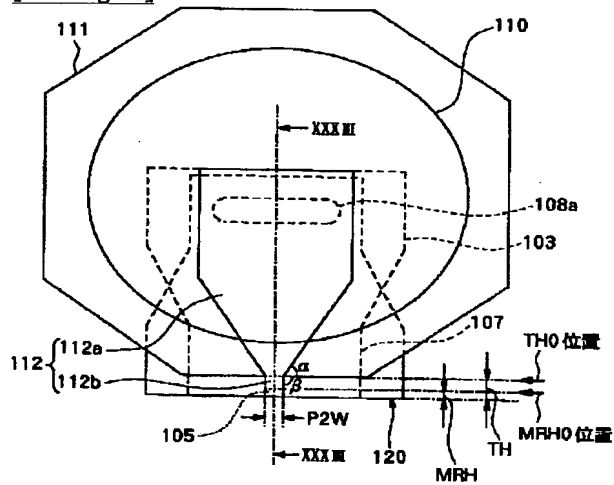
**[Drawing 34]**



[Drawing 35]



**[Drawing 36]**



[Translation done.]